

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUN
YÖN DEĞİŞTİRME PERFORMANSINA ETKİSİ**

Taylan AYTAÇ

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2020

TEŞEKKÜR

Güzel enerjisini ve ilgisini benden hiçbir zaman esirgemeyen, hatalarımı mümkün olabilecek en zarif şekilde düzeltip merak ettiğim her konuda bana yardımcı olan, yavaşladığım yerde sabırla beni motive eden, destekleyen ve bana onlarca önemli hayat tecrübesi kazandıran danışman hocam Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER'e çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın tamamlanması için vaktini tereddüt etmeden harcayan ve başta istatistiksel analiz olmak üzere araştırmanın birçok kısımda büyük emeği bulunan Prof. Dr. Tahir HAZİR'a çok teşekkür ederim.

Bilgilerinden beni mahrum etmeyen, içtenliğiyle bana her zaman dostça yaklaşım birçok şeyi öğrenmemi sağlayan, ölçümler sırasında gösterdiği bitmez tükenmez sabrı ve cömertliğiyle beni karşılıksız destekleyen Arş. Gör. Ferhat ESATBEYOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Bu araştırmanın gerçekleşmesi için emek harcayan, ter döken, değerli zamanını ayırıp fedakârlık eden ve olabilecek en fazla çabayı sarf eden tüm sporcu arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ÖZET

AYTAÇ T., Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Yön Değiştirme Performansına Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, 2020, Ankara. Bu çalışma, aktivasyon sonrası potansiyasyonun (ASP) yön değiştirme performansına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya düzenli olarak kuvvet antrenmanı yapan 18 erkek takım sporcusu gönüllü olarak katılmıştır. Tüm katılımcılar ASP ve Kontrol uygulaması olarak rastgele sırayla ve uygulamalar arasında en az 48 saat olacak şekilde yön değiştirme testlerinden 505 testine ve T-testine katılmıştır. Bu doğrultuda araştırma toplam 6 aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada antropometrik ölçümler ile DXA ölçümleri alınırken, ikinci aşamada katılımcıların skuat egzersizinde 1 tekrar maksimumları (1 TM) belirlenmiştir. Geriye kalan 4 aşamada ise katılımcılar farklı günlerde ASP veya Kontrol uygulaması ile iki ayrı yön değiştirme testine katılmıştır. ASP uygulaması 1 TM'nin %90'ında, 3 set ve 3 tekrar skuat egzersizi olarak uygulanırken, kontrol uygulamasında katılımcılar bu zamanı pasif olarak dinlenerek geçirmiştir. ASP veya Kontrol uygulamasından sonra 15. saniye, 2., 4., 8., 12., ve 15. dakikalarda katılımcıların 505 ve T-testi ile yön değiştirme performansları belirlenmiştir. ASP uygulaması olmaksızın standart ısınmadan sonra (Kontrol) ve ASP uygulandıktan sonra 6 farklı zamanda ölçülen yön değiştirme performansı üzerine ASP etkisi ve zamana bağlı değişim 2x6 (Uygulama x Zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA ile test edilmiştir. Zamana bağlı değişimde F istatistiği anlamlı çıktığında farkın hangi ölçümlerden kaynaklandığı Bonferroni Post Hoc testi ile belirlenmiştir. Ayrıca ASP'nin yön değiştirme performansına etkisi bireysel düzeyde de En Küçük Gerçek Fark değerleri hesaplanarak incelenmiştir. 505 testi ölçümlerinde Uygulama etkisinin ($F_{(1,17)}=0,563$; $p=0,463$; $\eta^2=0,032$), Zaman etkisinin ($F_{(5,85)}=2,701$; $p=0,69$; $\eta^2=0,510$) ve Uygulama x Zaman etkileşiminin ($F_{(5,85)}=1,571$; $p=0,236$; $\eta^2=0,377$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. T-testi'nde ise Uygulama etkisinin ($F_{(1,17)}=1,322$; $p=0,266$; $\eta^2=0,072$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, ancak Zaman etkisi ($F_{(5,13)}=9,178$; $p=0,001$; $\eta^2=0,779$) ile Uygulama x Zaman etkileşiminin ($F_{(5,13)}=6,749$; $p=0,003$; $\eta^2=0,722$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Zaman etkisinin 15. sn T-test performansının diğer tüm zamanlardan, 2. dk'daki T-testi performansının ise 12. ve 15. dk'lardan daha yavaş olmasından kaynaklandığı görülmüştür ($p<0,05$). Anlamlı Uygulama x Zaman etkileşimi ise ASP uygulaması sonrası 15. sn'deki T-test performansının kontrol ölçümünden daha yavaş olmasından kaynaklanmıştır ($p<0,05$). Her iki yön değiştirme testinin bireysel sonuçları incelendiğinde katılımcıların büyük çoğunluğunda 1TM'nin %90'ında 3x3 set olarak uygulanan skuat egzersizi sonrasında bir ASP etkisi oluşmadığı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları ASP etkisini ortaya çıkarabilmek için uygulanan önkondisyonlanma egzersizinin (1TM'nin %90'ında 3x3 set skuat) 505 testi yön değiştirme performansına bir etkisi olmadığını gösterirken, T-testinde bir potansiyasyon etkisinden çok yorgunluk etkisine neden olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktivasyon sonrası potansiyasyon, yön değiştirme performansı, önkondisyonlanma, takım sporları

ABSTRACT

AYTAÇ T., The Effect of Post-Activation Potentiation on The Change of Direction Performance, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, M.Sc. Thesis in Sport Sciences and Technology, 2020, Ankara. The main purpose of this study was to investigate the effect of post-activation potentiation (PAP) on the change of direction (COD) performance. Eighteen male team sports athletes with resistance training experience participated in this study voluntarily. Participants attended 6 separate sessions and performed T-test and 505 COD tests under two conditions: (a) with a PAP and (b) Control condition in a randomized order and with at least 48-hour intervals. In the first session anthropometric and DXA measurements and back squat one repetition maximum (1 RM) were determined. In PAP condition pre-conditioning activity was applied as 3 sets of 3 repetitions of back squats at 90% of 1 RM and in Control condition participants spend this period with passive recovery. After PAP or Control conditions participants repetitively performed the COD tests at 15th seconds and at 2nd, 4th, 8th, 12th and 15th minutes. 2 x 6 (Condition x Time) ANOVA with repeated-measures was used to analyze the effect of PAP on COD performance. Bonferroni test was performed as post hoc when F value was significant. Additionally, Smallest Real Difference (SRD) was used to evaluate the individual responses. In 505 test, no significant Condition effect ($F_{(1,17)}=0.563$; $p=0.463$; $\eta^2=0.032$), Time effect ($F_{(5,85)}=2.701$; $p=0.69$; $\eta^2=0.510$) or Condition x Time interaction ($F_{(5,85)}=1.571$; $p=0.236$; $\eta^2=0.377$) were found. In T-test on the other hand, there was no significant Condition effect ($F_{(1,17)}=1.322$; $p=0.266$; $\eta^2=0.072$). However, Time effect ($F_{(5,13)}=9.178$; $p=0.001$; $\eta^2=0.779$) and Condition x Time interaction ($F_{(5,13)}=6.749$; $p=0.003$; $\eta^2=0.722$) were significant. When the individual results of both COD tests were examined, it was observed that no Condition effect occurred in the vast majority of the participants after the pre-conditioning activity. In conclusion, the findings of this study showed that the pre-conditioning activity applied to elicit the PAP did not have any significant effect on 505 test, while the pre-conditioning activity resulted in fatigue rather than a potentiation effect on T-test COD performance.

Key words: Post-activation potentiation, change of direction performance, pre conditioning, team sports

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.2. Problem	3
1.3. Alt Problemler	3
1.4. Denenceler	4
1.5. Sınırlılıklar	4
1.6. Sayıtlar	4
1.7. Araştırmanın Önemi	4
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon	6

2.1.1. Önkondisyonlanma Aktivitesi	6
2.1.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler	7
2.1.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları	14
2.2. Yön Değişirme Performansı	16
2.2.1. Yön Değişirme Performansını Etkileyen Faktörler	17
2.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Performansa Etkisini İnceleyen Çalışmalar	19
3. YÖNTEM	22
3.1. Araştırma Grubu	22
3.2. Veri Toplama Araçları	22
3.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümleri	22
3.2.2. Vücut Ağırlığı Ölçümleri	23
3.2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri	23
3.2.4. 1 Tekrar Maksimum Ölçümü ve Önkondisyonlanma Aktivitesi Uygulaması	24
3.2.5. Yön Değişirme Performansı Ölçümleri	24
3.3. Verilerin Toplanması	25
3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi	27
3.3.2. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi	27
3.3.3. Standart Isınma Protokolü	27
3.3.4. 1 Tekrar Maksimum Skuat Ağırlığının Belirlenmesi	28

3.3.5. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Uygulaması	28
3.3.6. Yön Değiştirme Performansının Belirlenmesi	29
3.4. Verilerin Analizi	31
4. BULGULAR	33
4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular	33
4.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 505 Testi Yön Değiştirme Hızına Etkisi	34
4.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun T-testi Yön Değiştirme Performansına Etkisi	38
5. TARTIşMA	44
5.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 505 Testi ve T-testi Yön Değiştirme Performansına Etkisinin İncelenmesi	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
6.1. Sonuçlar	50
6.2. Öneriler	51
KAYNAKLAR	52
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni	
EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3: Kişisel Bilgi Formu ve Test Çizelgesi	
EK-4: Orijinallik Ekran Çıktısı	
EK-5: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİş	

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASP	: Aktivasyon sonrası potansiyasyon
dk	: Dakika
DXA	: Dual energy X-ray absorptiometry
EB	: Etki büyüklüğü
EKGF	: En küçük gerçek fark
GA	: Güven aralığı
KNT	: Kontrol uygulaması
m	: Metre
MDHZ	: Miyozin düzenleyici hafif zinciri
MHZK	: Miyozin hafif zincirinin fosforilasyonu
NCAA	: Amerikan Kolej Sporları Derneği
ÖA	: Önkondisyonlanma aktivitesi
ÖSH	: Ölçümün standart hatası
SD	: Standart hata
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
TM	: Tekrar maksimum

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. ÖA sonrasındaki potansiyasyon ve yorgunluk arasındaki ilişkinin varsayımsal grafiği	7
2.2. Antrenmansız, antrenmanlı ve sporcu bireylerde tekli ve çoklu setlerde oluşan ASP etkisi	13
2.3. ASP'nin öngörülen fizyolojik mekanizması	15
2.4. Yön değiştirmeyi etkileyen faktörler	18
3.1. Duvara monte stadiometre	23
3.2. Elektronik baskül	23
3.3. DXA Lunar Prodigy cihazı	24
3.4. Olimpik bar, olimpik plakalar ve ağırlık rafı	24
3.5. Fotosel sistemi	25
3.6. Araştırma deseni	26
3.7. Skuat egzersizinin uygulanışı	29
3.8. 505 testi	30
3.9. T-testi	30
4.1. $T\text{-testi}_{(ASP)}$ ve $T\text{-testi}_{(KNT)}$ ölçümlerinin ortalamasını temsil eden değerler ve bu uygulamalardaki Zaman etkisi	39
4.2. $T\text{-testi}_{(ASP)}$ ve $T\text{-testi}_{(KNT)}$ 'ne ait Uygulama x Zaman etkileşimi	40

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Farklı katılımcı özelliklerinde belirlenen etki büyüklükleri	8
2.2. Farklı kuvvet-güç-potansiyasyon komponentlerine ait etki büyüklükleri	9
2.3. Çeşitli değişkenlerin ASP-Güç ilişkisindeki etki büyüklükleri	12
4.1. Katılımcıların tanımlayıcı bulguları	33
4.2. $505_{(ASP)}$ ve $505_{(KNT)}$ değerleri ($Ort \pm Ss$) ile Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonuçları	34
4.3. 505 testinin EKGF değerleri ve ASP - KNT uygulamalarına ait bireysel farklar.	36
4.4. Katılımcıların 505 testine ait KNT derecesi ve ASP uygulamasından sonra tekrarlanan 505 testindeki bireysel dereceler ile en iyi derecenin dakikası	37
4.5. $T\text{-testi}_{(ASP)}$ ve $T\text{-testi}_{(KNT)}$ değerleri ($Ort \pm Ss$) ile Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonuçları	38
4.6. T-testinin EKGF değerleri ve ASP - KNT uygulamalarına ait bireysel farklar	41
4.7. Katılımcıların T-testi'ne ait KNT derecesi ve ASP uygulamasından sonra tekrarlanan T-testi'ndeki bireysel dereceler ile en iyi derecenin dakikası	42

1. GİRİŞ

Sporcuların performanslarını arttırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır ve aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP) bu yöntemlerden bir tanesidir (1, 2). ASP, iskelet kaslarındaki istemli kasılmalar sonucu güç çıktısındaki akut artış olarak tanımlanan fizyolojik bir olgudur (3). Başka bir deyişle ASP, maksimal ya da maksimale yakın egzersizlerle gerçekleştirilen yüksek şiddetli istemli kasılmalarda, akut maksimal kuvvet ve güç üretimini arttırması ve bu akut artışa bağlı olarak sonrasında yapılan patlayıcı kuvvet egzersizlerine olumlu etkisi olarak tanımlanmaktadır (4) ve son yıllarda hareket ve antrenman bilimleri alanında oldukça ilgi çekici bir konu olarak sıklıkla çalışılmaya başlanmıştır.

Potansiyasyon etkisini üst düzeye çıkarabilmek için spesifik bir zaman dilimine ihtiyaç duyulmaktadır çünkü yüksek şiddetli istemli kasılmalar hem yorgunluk hem de potansiyasyon ortaya çıkarmaktadır. Yüksek şiddetli istemli kasılmalardan sonra başlayan ve yapılacak aktiviteye kadar olan toparlanma süresi, ASP etkisinin görülmesi için önemli bir zaman aralığıdır çünkü ASP'nin olumlu etkisinin görülebilmesi yorgunluk ve potansiyasyon dengesine yani optimal zamana bağlıdır (5). Bu durumda ilk egzersizden sonra kasın üretebileceği güç, yorgunluk ve potansiyasyon arasındaki net dengenin sonucudur (6, 7).

ASP, kuvvet temelli ve genellikle yüksek şiddetli bir önkondisyonlanma aktivitesi (ÖA) sonrasında yapılan güç veya hız temelli hareketlerde oluşur (8). Pliometrik egzersizlerin ÖA olarak kullanıldığı daha düşük şiddetli uygulamalar da mevcuttur (9). ASP ile ilgili araştırmalarda çeşitli önkondisyonlanma aktiviteleri, farklı şiddet, tekrar, dinlenme aralığı ve performans ölçümleri uygulanmıştır (10). Çalışmalarda pozitif ve negatif olmak üzere farklı etki büyüklükleri saptanmış ve performansların bireysel boyutta incelenmesi gerektiği vurgusu yapılmıştır (10). Örneğin Iacono ve ark. (11)'nin yaptığı bir çalışmada, 1 TM'nin %50 ve %85'i ile yapılan kalça itme egzersizi sonrası katılımcıların, 15. sn, 4. dk ve 8. dk'daki 15 m sürat performansları incelenmiştir. ÖA olarak 1 TM'nin %85'i ile yapılan kalça itme egzersizinin ASP oluşturmak için daha uygun bir şiddet olduğu ve performansı arttırmak için bu ÖA'nın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Lim ve Kong'un (12) yaptığı bir çalışmada ise izometrik diz ekstansiyonu, izometrik skuat ve dinamik

skuat önkondisyonlanma egzersizlerinden 4 dakika sonra ölçülen 10, 20 ve 30 m sürat performansları kontrol uygulamasından sonra elde edilen dereceler ile karşılaştırıldığında bireysel farklılıkların olduğuna dikkat çekilmiştir. Ayrıca literatürde, ASP etkisi için, önkondisyonlanma egzersizinden sonra verilen en uygun dinlenme aralığının 5-7 dakika olduğu belirtilmiştir (13).

Yön değiştirme performansı, bir uyarana karşı reaksiyona ihtiyaç duyulmaksızın yapılan, önceden planlanmış hareketleri kapsar (14). Yön değiştirme becerisi, yavaşlama veya tekrar hızlanmanın etkili bir şekilde uygulanmasını gerektirir. Sporcuların başarısı sürekli olarak değişen oyun senaryolarına yanıt olarak hızlı ve etkili biçimde yön değiştirme becerisini kullanmaya bağlıdır. Yön değiştirme performansı özellikle futbol, basketbol, hentbol ve Amerikan futbolu gibi takım sporlarında oldukça önemli bir performans belirleyicidir (15-17). Örneğin Bloomfield ve ark. (16) futbolcuların maç sırasında ortalama olarak 700'ün üzerinde ani dönüş, başka bir deyişle yön değiştirmeler yaptığını belirtmişlerdir. Bunun yanında bir hentbol maçında hücum ve savunma sırasında bir hentbolcunun 30'dan fazla yön değiştirme gerçekleştirdiği (18, 19) ve bir basketbol maçı sırasında basketbolcuların 50-60 arasında yön değiştirme yaptığı ortaya konmuştur (20).

ASP ile ilgili, son yıllarda hareket ve antrenman bilimleri alanında çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak yazılı kaynaklarda ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. ASP'nin yön değiştirme performansına etkisi ile ilgili bir çalışmada Zois ve ark. (21) tarafından, 10 futbolcuya normal futbol ısınması, küçük alan oyunları veya bacak itme makinesinde 5 TM egzersiz olmak üzere üç farklı ısınma protokolü uygulanmış, bu uygulamalardan sonra futbolcuların aktif sıçrama ve reaktif çeviklik performansları incelenmiştir. Kontrol ölçümleriyle kıyaslandığında çeviklik performansının küçük alan oyunlarından sonra %3,8 ve 5 TM bacak itme ÖA'dan sonra %4,7 geliştiği belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada, 17 yaş altı toplam 16 ragbi oyuncusuna, 3 set x 3 sn maksimal izometrik skuat uygulanmış ve bu ÖA'nın *proagility* testi performansına etkisi incelenmiştir (5). Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında, ÖA'dan 1 dakika sonra ölçülen *proagility* test zamanının istatistiksel olarak anlamlı

ölçüde %3,3 daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar ASP ve yön değiştirme performansına etkisi ile ilgili farklı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.

Literatürde ASP ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ÖA'nın hangi tür ve şiddette uygulanması gerektiği ile ilgili birtakım öneriler bulunmakla birlikte, ASP uygulamalarının performansa etkisi hakkında kesinleşmiş bir bilginin olmadığı görülmektedir. Ayrıca literatürde ASP'nin yön değiştirme performansına etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olması ve farklı sayıda yön değiştirme içeren testlerde ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmaması bu konuda daha fazla çalışma yapılmasına duyulan ihtiyacı da ortaya koymaktadır. Buradan hareketle bu çalışma, ASP'nin yön değiştirme performansına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla çalışmada yön değiştirme sayısı, açısı ve testin tamamlanma süresi bakımından oldukça farklı olan 505 testi ve T-testi kullanılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme performansına etkisini incelemektir.

1.2. Problem

Aktivasyon sonrası potansiyasyon yön değiştirme performansını etkilemekte midir?

1.3. Alt Problemler

1. Aktivasyon sonrası potansiyasyonun 505 testi yön değiştirme performansına bir etkisi var mıdır?

2. Aktivasyon sonrası potansiyasyonun T-testi yön değiştirme performansına bir etkisi var mıdır?

1.4. Denenceler

1. Aktivasyon sonrası potansiyasyonun 505-testi yön değiştirme performansına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır.

2. Aktivasyon sonrası potansiyasyonun T-testi yön değiştirme performansına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Bu çalışma erkek takım sporcularıyla sınırlandırılmıştır.

2. Bu çalışmada önkondisyonlanma aktivitesi olarak 1 TM'nin %90'ında 3 set 3 tekrar skuat egzersizi kullanılmıştır.

3. Bu çalışmada yön değiştirme performansı 505 ve T-testi olmak üzere iki test ile belirlenmiştir.

1.6. Sayılılar

Tüm katılımcıların ASP uygulaması ve yön değiştirme testlerini maksimum eforla yaptıkları varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Önemi

Tüm antrenör ve sporcuların en temel arzusu, performansı en üst düzeye ulaştırmaktır. Bu araştırmanın amacı, birçok spor branşının içeriğinde bulunan yön değiştirme performansını bilimsel prensipler çerçevesinde geliştirmek için, güncel bilgi ve yöntemlerden yararlanarak, ASP uygulaması ve yön değiştirme performansı konusunda literatürdeki eksikliği gidermektir. Bu araştırma sayesinde, ASP uygulaması ile yön değiştirme performansının akut anlamda geliştirilebileceği ve antrenman programlarına dahil edilerek bu alanda çalışan spor bilimci, antrenör ve sporculara yol göstereceği düşünülmektedir. ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması nedeniyle bu konuda yapılmış bilimsel bir araştırmanın literatüre katkısı olacaktır. Günümüzde takım sporları ve bu branşlardaki sporcuların üst düzey atletik becerilere sahip olması gerekmektedir. Bu

becerilerin büyük kısmı bireysellik ilkesine dayanmaktadır ve yön değiştirme performansı gibi önemli bir beceriyi, ASP yöntemlerini kullanarak geliştirmek sportif başarıyı hedefleyen ve bu alanlara ilgi duyan herkes için faydalı olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Sportif veya klinik alanlarda tüm sporcu ve antrenörler, akut veya kronik olarak performansı geliştirmeyi amaçlamaktadır (22). Kronik olarak performansı arttıran çalışmalar, uzun vadede uygulanan ve periyodizasyon stratejilerini içeren egzersizlerden oluşmaktadır (22). Diğer yandan, akut performans artışı için çok çeşitli fiziksel veya psikolojik stratejilerin antrenmanlarda veya müsabakalarda (veya hemen öncesinde) kullanıldığı da görülmektedir (22). Bu stratejilerden biri olan ASP, spor bilimleri hareket ve antrenman bilimleri alanında araştırmacıların ilgisini çeken ve birçok bilimsel çalışmada yer alan bir konu olmaya başlamıştır.

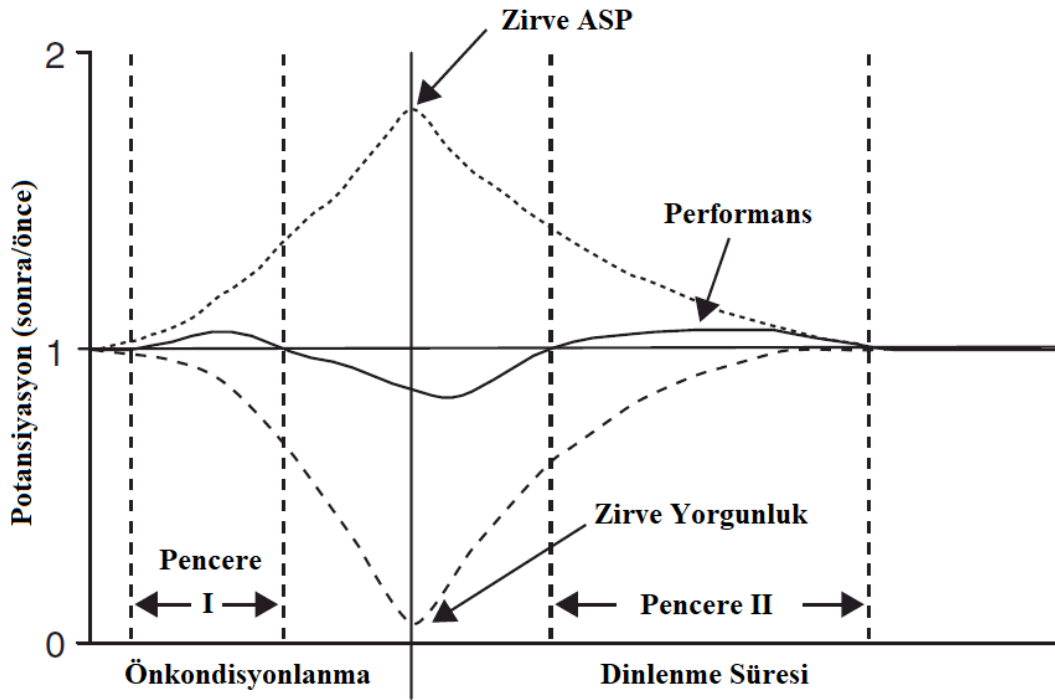
2.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

ASP, iskelet kaslarındaki istemli kasılmalar sonucu güç çıktısındaki akut artış olarak tanımlanan bir olgudur (3). Herhangi bir zamanda iskelet kaslarının performansı, aynı kasların kontraktıl geçmişine, başka bir deyişle önceki kasılmalarına bağlıdır (23). Önceki kasılmaların kaslarda yaratması beklenen en olası sonuç, performansı kötü yönde etkileyen yorgunluktur (23). Ancak performansı iyi yönde etkileyen ASP, maksimal veya maksimale yakın bir şekilde gerçekleştirilen istemli bir kasılma ile, başka bir deyişle ÖA ile ortaya çıkarak zirve kuvvet ve kuvvet üretme oranını arttırmaktadır (24).

2.1.1. Önkondisyonlanma Aktivitesi

Güç veya hız temelli bir harekette ASP, genellikle bireyin tek tekrarda kaldıracabileceği en yüksek ağırlığın %85'i veya daha fazlasına denk gelen, kuvvet temelli bir egzersizden sonra oluşmaktadır (10, 25) ve bu egzersize ÖA denilmektedir.

ÖA ve performansın değerlendirileceği aktivite arasında geçen dinlenme süresi önemli bir faktördür, çünkü ASP oluşabilmesi için yorgunluk ve potansiyasyon arasındaki ilişkiye ihtiyaç duyulmaktadır (5). Bu durumda ilk egzersizden sonra kasın üretebileceği güç, yorgunluk ve potansiyasyon arasındaki net dengenin sonucudur (6, 7). Optimal performans, yorgunluğun ortadan kalktığı ve potansiyasyon etkisinin devam ettiği anda oluşur (Şekil 2.1.) (26).



Şekil 2.1. ÖA sonrasındaki potansiyasyon ve yorgunluk arasındaki ilişkinin varsayımsal grafiği (24).

2.1.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler

ASP'yi etkileyen faktörler arasında, ÖA ve performans aktivitesi arasındaki biyomekanik benzerlik (25, 27-29), antrenman geçmişi ve kuvvet düzeyi (30-33), ÖA'nın şiddeti (34, 35), yoğunluğu (8) ve dinlenme süresi (36, 37) bulunmaktadır. Bu faktörlerin haricinde cinsiyet ve ASP arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da mevcuttur (38-40).

Sıçrama, sprint, atma, ve üst-vücut performanslarının incelendiği, ASP ile ilgili araştırmaların derlendiği bir çalışmada (13), potansiyasyon için önemli faktörlerin etki büyüklükleri Tablo 2.1. ve Tablo 2.2.'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Farklı katılımcı özelliklerinde belirlenen etki büyüklükleri.

Bağımsız değişkenler	EB	SS	%95 GA	n
Kuvvet Düzeyi				
Kuvvetli	0,41	0,33	0,31 – 0,51	43
Zayıf	0,32	0,47	0,16 – 0,50	32
Kuvvet Antrenmanı Geçmişi				
>2 yıl	0,53	0,55	0,35 – 0,71	39
≤2 yıl	0,44	0,41	0,28 – 0,61	26
Hiç	0,07	0,20	-0,08 – 0,23	9

EB: Etki Büyüklüğü, **SS:** Standart Sapma, **GA:** Güven Aralığı.

Tablo 2.2. Farklı kuvvet-güç-potansiyasyon komponentlerine ait etki büyüklükleri.

Bağımsız değişkenler	EB	SS	%95 GA	n
ÖA Tipi				
Yüksek şiddetli	0,41	0,46	0,29 – 0,52	66
Orta şiddetli	0,19	0,20	0,11 – 0,27	24
Pliometrik	0,47	0,61	0,23 – 0,72	25
Maksimal izometrik	-0,09	0,19	-0,20 – 0,02	14
Skuat Derinliği				
Paralel veya daha derin	0,25	0,33	0,15 – 0,34	48
Paralelden az	0,58	0,49	0,34 – 0,82	19
Dinlenme Süresi				
0-4 dk	0,17	0,32	0,10 – 0,25	67
5-7 dk	0,49	0,47	0,33 – 0,64	38
8 dk'dan fazla	0,44	0,60	0,22 – 0,66	30
Set Sayısı				
Tek set	0,24	0,32	0,17 – 0,30	103
Çoklu set	0,69	0,72	0,39 – 0,98	26
Yük Tipi				
Tekrar-maksimum	0,51	0,46	0,33 – 0,70	26
Submaksimal	0,34	0,46	0,24 – 0,43	89

EB: Etki büyüklüğü, **ÖA:** Önkondisyonlanma aktivitesi, **GA:** Güven aralığı, **SS:** Standart sapma.

ASP oluşturmak için uygulanan ÖA'nın, performansın gözlemlendiği aktivite ile biyomekanik açıdan benzerlik taşıması gerektiği belirtilmiş ve özellikle kronik adaptasyonlar için kullanılan bir yöntem olan çok parçalı antrenmanda (kompleks antrenman) bu durumun önemli olduğu vurgusu yapılmıştır (25). Benzer şekilde, tek set 3 tekrar şeklinde uygulanan ÖA'nın ragbi oyuncularında aktif sıçrama performansını akut olarak geliştirdiği belirlenmiş ve hareket kalıplarının benzer olmasının sonucu etkilediği belirtilmiştir (29).

Birçok çalışmada kuvvetli bireylerin daha zayıf bireylere göre ASP'ye daha belirgin tepki verdiği öne sürülmüştür (10). ASP etkisinin antrenmanlılık düzeyine göre değişip değişmediğinin araştırıldığı bir çalışmada, patlayıcı kuvvet içeren branşlardan 17 sporcu ve rekreasyonel olarak antrenmanlı 17 kişi, 1 TM'nin %30, %50 ve %70'indeki yüklerle skuat ÖA gerçekleştirmiş ve katılımcıların skuat sıçrama performansları incelenmiştir (30). Çalışmanın sonucunda performanstaki artışa bakıldığında, sporcuların rekreasyonel olarak antrenmanlı bireylere göre daha iyi kuvvet ve güç parametreleri gösterdiği belirlenmiştir.

Ağır, orta ve hafif yükteki skuat uygulamalarının 40 m sprint süresini nasıl etkilediğinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, 4 tekrar ve 2 setten oluşan ÖA, 1 TM'nin %60'ında, %70'inde ve %85'inde uygulanmıştır. Kontrol uygulamasında ise yalnızca standart ısınma yapılmıştır. Katılımcıların sürat performansı, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, hafif skuatta %-1,9, orta yükteki skuatta %-1,77 ve ağır skuatta %-2,98 iyileşmiştir. Dolayısıyla sürat performansını ASP ile arttırabilmek adına ÖA için uygulanması gereken şiddetin %80'den fazla olması gerektiği vurgulanmıştır (34).

Pliometrik egzersizlere antrenmanlı 23 erkeğin katıldığı bir çalışmada, vücut ağırlığı ve vücut ağırlığının %10'u eklenerek pliometrik ÖA uygulanmış ve 7 farklı zamanda (sprint öncesi, 15. sn, 2. dk, 4. dk, 8. dk, 12. dk ve 16. dk) 20 m sprint zamanı ölçülmüştür. Yapılan pliometrik *alternate-leg bounding* egzersizinden 4 dakika sonra ölçülen 10 m'de ivmelenme performansında bir artış gözlemlenmiş ($1,8 \pm 3,3$, $P=0,047$) ve fazladan yük ile performansın daha da arttırılabileceği belirtilmiştir (35).

23 profesyonel ragbi oyuncusunun katıldığı bir çalışmada, ÖA'yı takip eden 15. sn, 4., 8., 12., 16. ve 20. dk'larda aktif sıçrama ve *bench press throw* performansları incelenmiş ve sporcuların zirve güç çıktıları her bir zaman ve uygulama için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, 15. sn'de ölçülen zirve güç çıktılarında anlamlı azalma gözlemlenirken, ÖA'dan 12 dakika sonra belirlenen zirve güç çıktılarında; aktif sıçramada %8'lik ve *bench press throw*'da %5,3'lük artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak yüksek şiddetli bir ÖA'dan sonra yeterli miktarda dinlenmenin üst-vücut ve alt-vücutta patlayıcı performansı arttıracığı ve bu dinlenme süresinin 8-12 dakika arasında olması gerektiği belirtilmiştir (36).

Nibali ve ark. (37)'nin yaptığı çalışmada 8 antrenmanlı erkeğe ÖA olarak 5 tekrarlı skuat uygulanmış ve uygulama öncesi bir kez, uygulama sonrasında 4., 8. ve 12. dakikalarda olmak üzere katılımcıların toplam dört kez skuat sıçrama performansı ölçülmüştür. Bulgular incelendiğinde, sıçrama performansının ÖA sonrasında 4. dakikada en iyi sonucu verdiği, ancak antrenmanlılık düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak bu sürenin değişkenlik gösterebileceği belirtilmiştir.

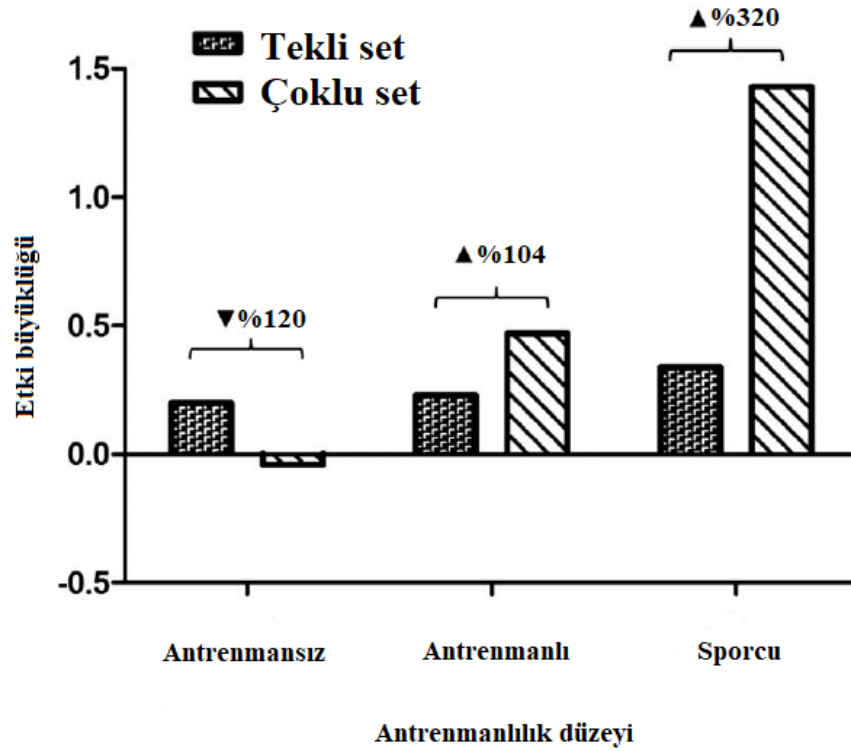
Üniversite çağındaki kuvvet antrenmanlı sporcu kadınlar ile erkekler, yüksek şiddetli ısınma protokolünden sonra benzer ASP etkisi göstermişlerdir (38). ASP'yi pozitif yönde etkileyen çalışmalarda (EB=0,38), etki büyüklüğünün antrenmanlılık düzeyine bağlı olarak arttığı ve cinsiyetler arasında değişmediği görülmüştür (8). Bununla birlikte potansiyasyon, %60-84 şiddette, çok ve tek setli ÖA'dan yaklaşık 7-10 dakika sonra gözlemlenmiştir (8). Tablo 2.3.'te, ASP ile güç arasındaki ilişkiyle ilgili yapılan bir meta-analiz derlemesinde belirtilen bu durumu etkileyen ÖA, set sayısı, cinsiyet, dinleme süresi ve antrenmanlılık düzeyinin etki büyüklükleri sunulmuştur.

Tablo 2.3. Çeşitli değişkenlerin ASP-Güç ilişkisindeki etki büyüklükleri (8).

Değişkenler	Ortalama EB (%95 GA)	N=141
Kadın	0,20 (-0,31 – 0,71)	16
Erkek	0,42 (0,23 – 0,61)	113
Kadın ve Erkek	0,21 (-0,38 – 0,79)	12
Yaş		
<25 yıl	0,38 (0,21 – 0,55)	141
Antrenman Düzeyi		
Antrenmansız	0,14 (-0,27 – 0,57)	25
Antrenmanlı	0,29 (0,03 – 0,55)	68
Sporcu	0,81 (0,44 – 1,19)	32
ÖA		
Dinamik alt vücut	0,42 (0,22 – 0,61)	107
Statik alt vücut	0,35 (-0,19 – 0,89)	14
Dinamik üst vücut	0,17 (-0,28 – 0,63)	20
Şiddet (1 TM %)		
Orta (%60–84)	1,06 (0,54 – 1,57)	15
Yüksek (%85–100)	0,31 (0,13 – 0,49)	121
Set sayısı		
Tek	0,24 (0,37 – 0,44)	95
Çoklu	0,66 (0,36 – 0,95)	46
Dinlenme Süresi (dk)		
2'den az	0,17 (-0,23 – 0,58)	24
3–7	0,54 (0,31 – 0,77)	75
7–10	0,70 (0,10 – 1,30)	11
10'dan fazla	0,02 (-0,33 – 0,38)	31

EB: Etki büyüklüğü, **ÖA:** Önkondisyonlanma aktivitesi, **1 TM:** 1 Tekrar maksimum, **GA:** Güven aralığı.

Genel olarak çoklu set uygulamalarının tek sete göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiş, ancak bu bulguların antrenman düzeyine göre şekillendiği belirtilmiştir (Şekil 2.2.) (8).



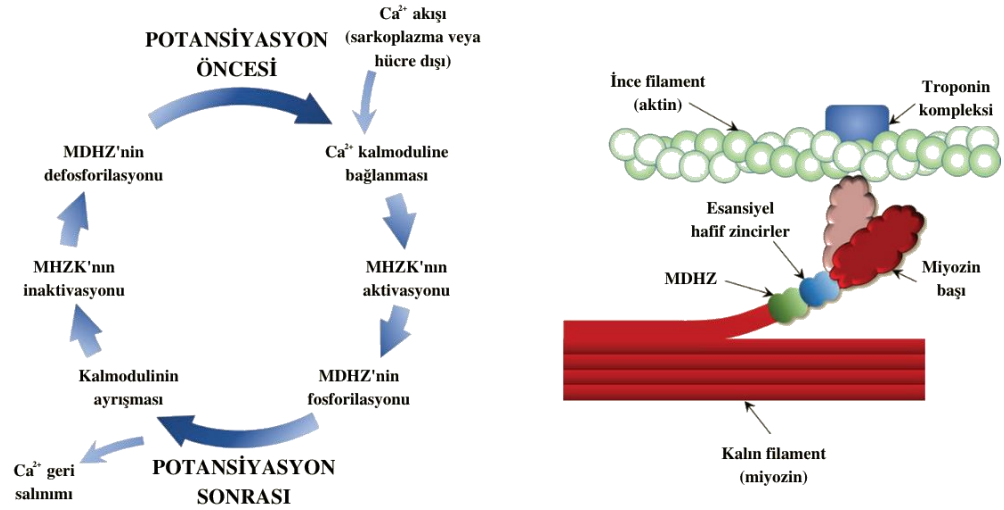
Şekil 2.2. Antrenmansız, antrenmanlı ve sporcu bireylerde tekli ve çoklu setlerde oluşan ASP etkisi (8).

ASP etkisinin ortaya çıkması için ÖA ile performansın gözlemlendiği aktivitenin biyomekanik olarak benzerlik gösteren kuvvet ve güç temelli egzersizlerden oluşması gerektiği belirtilmektedir (Örneğin, skuat ve skuat sıçrama). Fakat yakın zamanda, yüksek şiddetli kuvvet veya pliometrik temelli ÖA'nın ASP oluşmasına neden olarak farklı mesafelerdeki sprint performansını etkileyip etkilemediği de araştırılmaktadır (10). Yetter ve Moir (41), 1 TM'nin %30-70'inde uygulanan önden (*front*) skuat ve sırttan (*back*) skuatın, 4. dakikada 40 m sprint, 10-20 m ve 30-40 m aralıklarında performansa olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir.

2.1.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları

ASP etkisinin ortaya çıkmasına neden olabilecek bazı temel fizyolojik mekanizmaların olduğu öngörülmektedir. Miyozin düzenleyici hafif zincirinin (MDHZ) fosforilasyonu ile birlikte troponin-C sayesinde sarkoplazmik retikulumdan salgılanan kalsiyum iyonu hassasiyeti artar, kalsiyum salınması ile birlikte aktin-miyozin çapraz-köprü oluşumunda artış gözlemlenir (26). Akut yüksek şiddetli istemli kasılmalar neticesinde motor ünite katılım sayısında ve bununla beraber motor ünitelerin ateşleme frekansında da bir artış meydana gelir (24). Buna ek olarak, pennat kaslarda enine-kesit alanına düşen sarkomer sayısı daha fazla olduğundan pennat kaslar daha iyi güç üretme yeteneğine sahiptir ve pennasyon açısındaki değişim tendona iletilen gücü etkilemektedir (24). Diğer bir fizyolojik faktör ise propriyoseptif mekanizmaları kapsayan Hoffmann Refleksidir (H-Refleks). H-Refleksine göre önceki yüksek şiddetli akut istemli kasılmalar kas içiği aktivasyonuna neden olur bu da artmış tip 1a duyuşal fibril ateşlemesiyle sonuçlanır (26). Bu ateşleme ile alfa motor nöron uyarılabilirliği ve ektrafuzal kas lifi (alfa gama ko-aktivasyonu) inervasyonunda artış meydana gelir.

Kalsiyum-kalmodulin etkileşiminin hemen ardından kalsiyum iyonları miyozin hafif zinciri kinaz (MHZK) aktivasyonunu sağlar. MHZK aktivasyonu, miyozin başının kalın filamentten uzaklaşarak ince filamente doğru hareket ettiği tahmin edilen miyozin düzenleyici hafif zincirininin (MDHZ) fosforilasyonunu sağlar. Kalsiyumun uzaklaştırılması veya geri salınımı kalmodulinin ayrışmasını ve MHZK'nın inaktivasyonunu etkiler. MDHZ'nin defosforilasyonu ile potansiyasyon sonlanır (Şekil 2.3.) (22).



Şekil 2.3. ASP'nin öngörülen fizyolojik mekanizması (22).

MDHZ fosforilasyonu ve miyozin başının sonraki rotasyonu sayesinde aktine bağlanma oranı artar ve böylelikle kuvvet üretiminde de artış gözlemlenir. Submaksimal kalsiyum seviyelerinde, bu işlem belirli bir kalsiyum konsantrasyonunda (kalsiyum hassasiyeti) kuvvet üretimini artırır (22).

Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, uyarılmış bir tetanik izometrik kasılmanın (spesifik afferent nöral liflerin uyarılmasına sebep olan ve bunun sonucunda afferent yollarla α -motonöronları aktive eden durum) omurilikteki sinaptik eklemler boyunca uyarım potansiyellerinin iletimini arttırdığı gözlemlenmiştir (24). Bu durum, kasılmadan sonraki dakikalarda devam edebilmekte ve sonraki aktivite sırasında aynı sinaptik potansiyelde bir artışa sebep olmaktadır (24). Öyle ki, bu uyarılmışlık durumu 20 dakika boyunca sürebilmektedir (42). İnsanlarda *in vivo* olarak, her zaman olmamakla birlikte (43), maksimal istemli kas kasılmalarından sonra H-Refleks gözlemlenmektedir (22).

Pennasyon açısı (iç aponevroz ve fasiküllerin oluşturduğu açı), tendona ve kemiklere iletilen kuvveti etkiler; daha küçük pennasyon açısı, tendona kuvvet iletimi açısından mekanik olarak avantaja sahiptir (24). Vastus lateralis'te, maksimal istemli kasılmanın öncesinde ve sonrasında dinlenik haldeki pennasyon açısı ölçülmüş ve kasılmanın 3-6 dakika sonrasında ölçülen açının anlamlı biçimde

küçüldüğü belirlenmiştir (44). Bu değişiklik, tendonlara kuvvet iletiminde %0,9'luk bir artışa sebep olurken, bu durumun ASP oluşumunu da etkilediği düşünülmektedir.

2.2. Yön Değiştirme Performansı

Takım sporlarında ani şekilde yön değiştirme becerisi, sahada rakibin süratini etkisiz bırakabilmeye veya fiziksel ve taktiksel olarak avantaj sağlamaya yarayabilir. Takım sporlarında lineer sürat ne kadar önemli olsa da oyun aslında çok yönlüdür. Bunun sonucu olarak, sporcuların başarısı yalnızca maksimum sürate erişebilmeyi gerektiren sprint becerisine değil, sürekli olarak değişen oyun senaryolarına yanıt olarak hızlı ve etkili biçimde yön değiştirme becerisini kullanmaya bağlıdır. Çoğu sporun doğası gereği, sporcuların oyun içinde önceden belirlenmiş yön değiştirme hareketlerini yapabilmesi gerekmekte ve bu aktiviteyi yapabilme becerisi sporcuların fiziksel kapasitesine bağlı olmaktadır. Yavaşlama veya tekrar hızlanma sırasında fiziksel kapasitenin kullanılması veya farklı bir kalıpta hareket etme yön değiştirme becerisi olarak tanımlanmaktadır; buna karşılık çeviklik için, algısal-bilişsel becerinin yön değiştirme becerisiyle kombine edilmesi gerekmektedir (1).

Çeviklik, bir uyarana verilmiş bir tepki olarak, tüm vücudun ve uzuvların ani ve isabetli bir biçimde hız ve/veya yön değiştirme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (45). Bu tanım, içerisinde algısal durumlar ve karar verme sürecini de barındırmaktadır (14). Ancak yön değiştirme performansı, sprint tekniği veya bacak kaslarının kalitesi gibi, çevikliğin fiziksel bir bileşeni olarak tanımlanmaktadır (10). Yön değiştirme, bir uyarana karşı reaksiyona ihtiyaç duyulmaksızın yapılan, önceden planlanmış hareketleri kapsar (14).

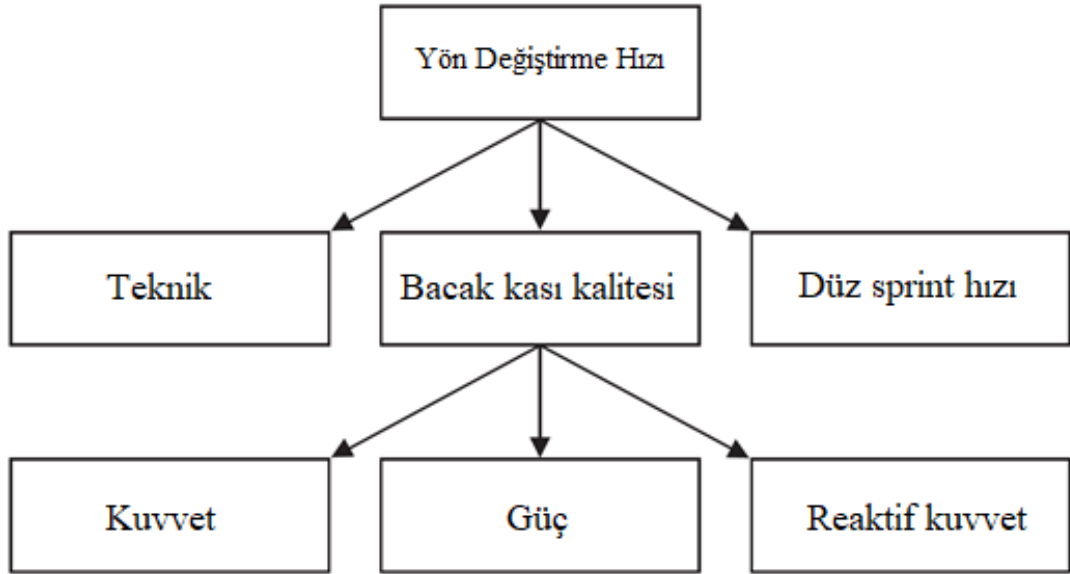
Yön değiştirme becerisi, yavaşlama veya tekrar hızlanma için kuvvetin etkili bir şekilde uygulanmasını gerektirir (1). Sprint sırasında yön değiştirme, bireysel ve takım sporcularında en çok önemsenmesi gereken becerilerden biri olarak kabul edilmektedir (14). Genel olarak kuvvet ve güç gelişiminin yön değiştirme becerisini geliştireceği düşünülmektedir (14). Aynı zamanda yön değiştirme kabiliyetinin futbol ve Amerikan Futbolu gibi branşlarda çok önemli bir performans bileşeni olduğu belirtilmiştir (14).

Yön değiştirme becerisine ilişkin bir diğer önemli husus, sporcunun durma anına gelirken, yön değiştirmenin hemen ardından tekrar hızlanması ve buna uygun konumlanması gerektiğinden, yavaşlama aşamasında tüm vücudun oryantasyonudur. Gövdenin konumlandırılması yön değiştirme performansını etkileyecektir. Bu nedenle yavaşlama, vücudun yön değiştirmeden sonra gideceği tarafa uygun şekilde konumlandırılması (yüzün tamamen veya kısmen o tarafa döndürülmesi) ve patlayıcı şekilde tekrar hızlanma hareketlerinin kombinasyonu, düzgün şekilde yön değiştirme becerisini belirlemektedir (1).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yön değiştirme testlerinden 505 testi ve T-testi, yukarıda bahsi geçen birçok beceriyi aynı anda ölçmekte ve mümkün olan en kısa zamanda önceden planlanmış bir hareket dizisini tamamlamayı içermektedir. Bu testlerden 505 testi, düz sprint, yavaşlama, durma, bir adet yön değiştirme ve tekrar hızlanma içeren bir test iken; T-testi düz sprint, yana kayma adımları, yavaşlama, durma, geri adım koşma gibi çeşitli hareket kalıplarını içeren ve dört adet yön değiştirme anı bulunduran bir testtir (46).

2.2.1. Yön Değiştirme Performansını Etkileyen Faktörler

Sheppard ve Young (45), yön değiştirme becerisini etkileyen önemli faktörleri belirlemiş, Brughelli ve ark. (14) ise bu modeli modifiye ederek literatüre kazandırmıştır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Yön değiştirmeyi etkileyen faktörler (14).

Kassal kuvvet, bir sporcunun genel performansını belirleyen özelliklerle büyük ölçüde ilişkilidir. Birçok araştırma, kas kuvvetini arttırmanın sıçrama, sprint ve yön değiştirme gibi becerileri geliştirebileceği fikrini desteklemektedir (47).

Alt vücut kuvvetinin artmasının atletik performansa fayda sağlayacağı bilinmektedir. Ancak yön değiştirme performansı ile kuvvet (izometrik, konsantrik ve eksantrik) arasında hem anlamlı hem de anlamlı olmayan ilişkiler rapor edilmiştir (48). Birçok çalışmada kuvvet ile sprint performansı arasında orta-yüksek düzeyde ilişki belirlenmiştir. Barnes ve ark. (49) yaptığı çalışmada dikey kuvvetin hem sprint hem de çeviklik performansı için önemli bir belirleyici olduğu belirtilmiştir. Çoğunlukla kassal kuvvet, güç ve reaktif kuvvet ile yön değiştirme performansı arasındaki ilişkinin varlığı bilinmektedir. Örneğin Sheppard ve Young (45), bu ilişkinin farklı düzeylerde olduğuna dikkat çekmiştir. İzokinetik tek bacak kuvvetinin yön değiştirme performansı ile orta düzeyde ($r=-0,60$) anlamlı bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (50).

Bazı yön değiştirme performansı testleri, anaerobik kapasitenin performansta kritik bir faktör olabileceği kadar uzun (zaman ve mesafe) olabilmekte ve bu da performanstaki değişikliklerin yön değiştirme becerisindeki artışlardan mı yoksa

anaerobik kapasitedeki iyileşmelerden mi kaynaklandığının bilinmesini zorlaştırmaktadır (51).

2.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Performansa Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Yazılı kaynaklarda ASP ile performansın etkilenip etkilenmediğinin belirlenmesi üzerine yapılan birçok araştırma bulunmaktadır. Rahimi (34), tecrübeli futbolcularda 36,6 m sprint performansının hafif (1 TM'nin %60'ında 2 set 4 tekrar), orta (1 TM'nin %70'inde 2 set 4 tekrar) ve yüksek şiddetli (1 TM'nin %85'inde 2 set 4 tekrar) skuat egzersizi ile potansiyasyona uğradığını (ve akut olarak geliştiğini) belirtmiştir. Yetter ve Moir (41), 1 TM'nin %30-70'inde uygulanan önden (*front*) skuat ve sırttan (*back*) skuatın, ÖA'dan 4 dakika sonra 40 m sprintte 10-20 m ve 30-40 m aralıklarında potansiyasyon oluşturduğunu ve performansın iyileştiğini gözlemlemiştir. Aynı zamanda sprint sırasındaki maksimum hızdaki iyileşmenin skuat egzersizinde üretilen dikey tepkiyle bağlantılı olduğu da belirtilmiştir. Chatzopoulos ve ark. (52) tarafından, 1 TM'nin %90'ında uygulanan tek tekrar 10 set yarım skuat ÖA'nın, rekreasyonel takım sporcularında 5 dakika dinlenme süresinin ardından 0-10 m ve 0-30 m sprint performansında iyileşmeye sebep olduğu belirtilmiştir.

Bevan ve ark. (53), 16 profesyonel ragbi oyuncusunun, 1 TM'nin %91'inde uyguladığı 1 set 3 tekrar skuat egzersizinden sonra ölçülen 10 m sprint performansında anlamlı bir gelişme olmadığını ancak bireysel boyutta performanslar incelendiğinde 5 m ara (Kontrol: $1,09 \pm 0,06$ sn – En iyi süre: $1,05 \pm 0,05$ sn, $p=0,002$) ve 10 m sprint (Kontrol: $1,83 \pm 0,08$ sn – En iyi süre: $1,79 \pm 0,08$ sn, $p=0,003$) sürelerinde ASP etkisinin söz konusu olduğunu belirtmişlerdir (54). Sprint performansının ÖA ile birlikte, yeterli ve kişiye özel dinlenme süresi sonrasında ASP yolu ile akut olarak geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Yazılı kaynaklarda ASP ile yön değiştirme performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısı oldukça sınırlı sayıdadır. Bunlardan Sole ve ark.'ın (55) yaptığı çalışmada, *NCAA Division II*'de basketbol ve tenis oynayan erkek ve kadın sporcularda 1 TM'nin %90'ında uygulanan 3 tekrar skuat ÖA'ya gösterilen yön

değiştirme performansı (10 m yön değiştirmeli mekik testi) ASP yanıtları incelenmiştir. Çalışma sonucunda ÖA'dan 4, 8 ve 12 dk sonra ölçülen 10 m yön değiştirme-mekik testinde (180° dönüş) anlamlı bir farklılık belirlenmemiş, ancak yön değiştirme performansının artmasına yönelik bir eğilim olduğu belirtilmiştir. 1 TM'nin %90'ında uygulanan skuat gibi bir ÖA'nın yön değiştirme performansını arttırabileceği belirtilmiş, fakat ÖA'ya verilen yanıtların büyük ölçüde bireysel olduğu vurgusu yapılmıştır.

ÖA'nın yön değiştirmeli tekrarlı sprint performansına etkilerinin incelendiği başka bir araştırmada, tekrarlı sprint ölçümü için 6 x 30 m testi kullanılmış (15 m + 15 m, 180° dönüş) ve ÖA olarak 1 TM'nin %90'ında 1 tekrar x 5 set skuat egzersizi (set aralarında 2 dk dinlenme) uygulanmıştır (56). En iyi sprint zamanı ve ortalama sprint zamanı sırasıyla orta (cohen's $d=0,54$) ve küçük (cohen's $d=0,41$) boyutta ÖA'dan pozitif yönde etkilenmiş ve ASP yöntemi ile performans gelişim gösterdiği belirtilmiştir.

ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini inceleyen çalışmalardan bir diğerinde, 17 yaş altı toplam 16 ragbi oyuncusunun *proagility* test performansları incelenmiştir (5). ÖA olarak 3 set x 3 sn maksimal izometrik skuat egzersizi uygulanmış ve ÖA'dan 1 dakika sonra ölçülen *proagility* test zamanının istatistiksel olarak anlamlı ölçüde %3,3 daha yavaş olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini inceledikleri çalışmada Maloney ve ark. (57), katılımcıların vücut ağırlığının %5'inin ve %10'unun eklendiği yeleklerle veya yelek kullanılmayan kontrol protokolüyle 3 standart dinamik ısınmayı 8 elit badminton oyuncusunda uygulamışlardır. Katılımcılar standart ısınma uygulamasının ardından 15. sn'de, 2., 4. ve 6. dk'da aktif sıçrama ve yön değiştirme testlerine katılmışlardır. Yön değiştirme performansının, kontrol uygulamasına göre hem %5 ($p=0,02$) hem de %10 yelekli ($p=0,001$) uygulamada anlamlı şekilde arttığı belirtilmiştir (57).

Bir diğer çalışmada Zois ve ark. (21), çevikliğin ASP uygulamasıyla etkilenip etkilenmediğini belirlemek üzere 10 amatör futbolcuya aktif sıçrama ve reaktif çeviklik testlerini uygulamışlardır. Sporcular bu testlerden önce, normal futbol

ısınması, küçük alan oyunları veya bacak itme makinesinde 5 TM egzersiz olmak üzere üç farklı ısınma programını farklı zamanlarda yapmışlardır. Kontrol ölçümleriyle kıyaslandığında çeviklik performansının küçük alan oyunlarından sonra %3,8 ve 5 TM *leg press* ÖA'dan sonra %4,7 geliştiği belirtilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmaya en az bir yıldır kuvvet egzersizleri ve antrenmanlarında yön değiştirme alıştırmaları yapan, yaşları 19 ile 30 arasında değişen 18 takım sporcusu (Amerikan Futbolu, Ragbi, Basketbol, Futbol, Voleybol, Buz Hokeyi) erkek gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmaya toplam 30 sporcu ile başlanmış ancak çeşitli sebeplerden ötürü (kendi antrenmanlarında veya müsabakalarda karşılaştıkları spor yaralanmaları, sağlık sorunları, maç/müsabaka programının ölçüm günleri ile uyumsuzluğu gibi) çalışmaya devam edemeyen ve/veya araştırma grubundan çıkarılan katılımcılarla birlikte çalışma 18 kişi ile tamamlanmıştır.

Bu çalışmanın bilimsel ve etik açıdan uygunluğu, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 24 Temmuz 2018 tarihinde (GO18/733) onaylanmıştır (EK-1). Çalışmaya katılmadan önce araştırma grubundaki kişilere, çalışmanın amacı ve içeriğiyle ilgili bilgiler verilmiş, karşılaşılabilecekleri riskler ve rahatsızlıklar anlatılmış, kendilerine aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır (EK-2).

3.2. Veri Toplama Araçları

3.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümleri

Katılımcıların boy uzunluğu, hassaslık derecesi ± 1 mm olan duvara monte stadiometre (Holtain, İngiltere) ile ölçülmüştür (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Duvara monte stadiometre.

3.2.2. Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Katılımcıların vücut ağırlığı, hassaslık derecesi ± 100 gr olan elektronik baskül (Tanita 401A, Japonya) ile ölçülmüştür (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Elektronik baskül.

3.2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

Katılımcıların vücut kompozisyonu, dual energy X-ray absorptiometry (DXA, Lunar Prodigy Pro narrow Fan Beam (4.5°), GE Health Care, Madison Wisconsin,

ABD) cihazı ile analiz edilerek; kişilere ait yağ yüzdesi, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesi belirlenmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. DXA Lunar Prodigy cihazı.

3.2.4. 1 Tekrar Maksimum Ölçümü ve Önkondisyonlanma Aktivitesi Uygulaması

Katılımcıların 1 TM skuat ağırlıklarının belirlenmesinde ve önkondisyonlanma uygulamalarında olimpik bar, olimpik plakalar (Werksan, Türkiye) ve ağırlık rafları kullanılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Olimpik bar, olimpik plakalar ve ağırlık rafı.

3.2.5. Yön Değiştirme Performansı Ölçümleri

Yön değiştirme performanslarını belirlemek çift kapılı fotosel sistemi (Fusion Sport, Avustralya) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.5.). Kullanılan cihazlarda kablosuz veri aktarımı gerçekleştirilmiştir.



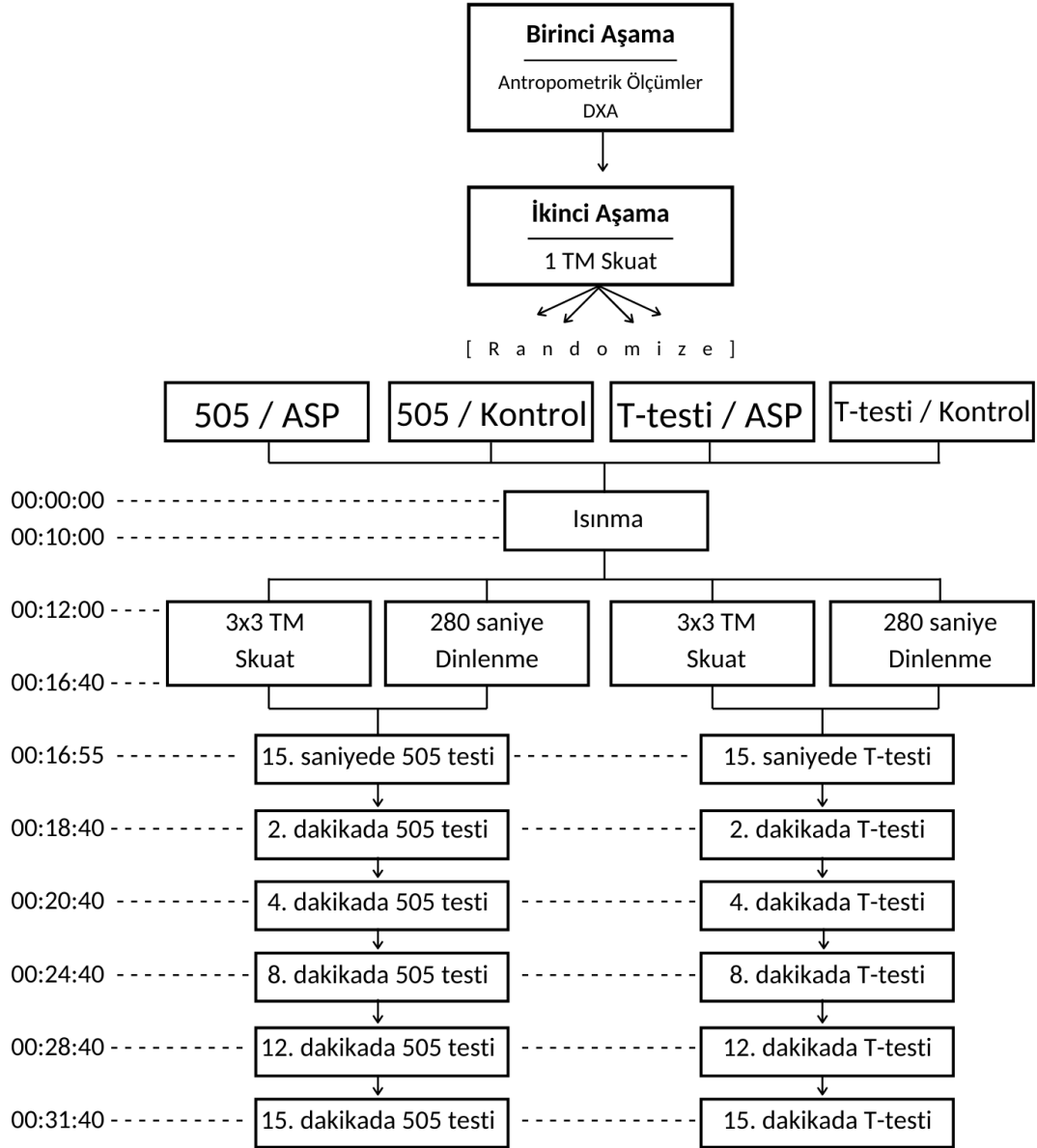
Şekil 3.5. Fotosel sistemi.

3.3. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması süreci toplam 6 aşamadan oluşmaktadır. Antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonunun belirlenmesi birinci aşamada, 1 TM skuat ağırlığının belirlenmesi ikinci aşamada yapılmıştır. DXA uygulaması sabah 08:00-10:00 saatleri arasında, 1 TM skuat ağırlığının belirlenmesi 12:00-14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Birinci ve ikinci aşamalar sırayla; üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı aşamalar (ASP ve Kontrol uygulamaları) ise rastgele sırayla, aralarında en az 48 saat olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.6.).

ASP ve Kontrol aşamalarında katılımcı, standart ısınma protokolüne dahil olarak 5 dakika koşu ve 5 dakika dinamik esnetmeler yapmıştır (bkz. 3.3.3. Standart Isınma Protokolü). Uygulanacak herhangi bir protokol için süre, standart ısınmanın başlangıcı ile birlikte başlatılmıştır. Rastgele seçilen yöntemin uygulanması için toplam 10 dakika süren söz konusu ısınmanın ardından katılımcıya 2 dakikalık dinlenme süresi verilmiş ve süre 12:00'de seçilen protokolün uygulaması başlatılmıştır. Örneğin; katılımcı beşinci aşamada 3 set 3 tekrar biçiminde (3 x 3 TM) ve setler arasında yaklaşık 2 dakika dinlenme süresi olacak şekilde skuat egzersizini uygulamıştır. 3 x 3 TM skuat egzersizi yapılırken geçen süre yaklaşık olarak 280 saniye olarak öngörülmüştür ve Kontrol protokolünde (örneğin altıncı aşama) skuat egzersizi yerine bu 280 saniye pasif dinlenme yapılarak geçirilmiştir. 3 x 3 TM skuat egzersizi veya 280 saniye pasif dinlenme yapıldıktan tam 15 saniye sonra (16:55'te) katılımcı, ilk T-testi'ni uygulamıştır. Katılımcı, diğer T-testi uygulamalarını, sırasıyla 2. dakikada (18:40'ta), 4. dakikada (20:40'ta), 8. dakikada (24:40'ta), 12. dakikada (28:40'ta) ve 15. dakikada (31:40'ta) tekrar yapmıştır. Bu aşamalarda sirkadiyen

ritmin etkisini en aza indirmek amacıyla katılımcılar hep aynı saatlerde testlere tabi tutulmuştur.



Şekil 3.6. Araştırma deseni.

Tüm ölçümler 24 Ekim 2018 – 2 Mayıs 2019 tarihleri arasında, çalışmaya katılan sporcuların müsabaka döneminde Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nin kapalı atletizm salonunda, tartan zeminde gerçekleştirilmiştir ve ortam sıcaklığı laboratuvar termometresi ile ortalama $19,75 \pm 0,95$ °C olarak ölçülmüştür.

3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

a. Boy Uzunluğunun Belirlenmesi

Boy uzunluğu ölçümü ayakkabısız olarak, ayak tabanları yerde, topuklar bitişik, vücut ve baş dik konumda yapılmıştır (58). Stadiometrenin hareketli bölümü başın en üst kısmına hafifçe degecek şekilde konumlandırılmış ve cm olarak ölçüm not edilmiştir. Ölçüm sırasında katılımcılardan derin nefes almaları ve dik pozisyonu korumaları istenmiştir.

b. Vücut Ağırlığının Belirlenmesi

Katılımcıların vücut ağırlıkları çıplak ayakla ve spor kıyafetle (şort, tişört), vücut dik konumda kg olarak ölçülmüştür.

3.3.2. Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi

DXA ünitesi toplam vücut kütleini oluşturan yağsız vücut kütleisi, yağ kütleisi ve kemik kütleisinin birbirinden ayrı ölçümlerini yapabilen geçerliği ve güvenilirliği yüksek bir cihazdır (59). Cihaz üzerinde yatay uzanan bir yataktan oluşmakta ve yatağın altında bulunan bir kaynaktan çift X-ray enerjili ışın geçmekte ve bu ışın, bir alana yoğunlaşarak yatağın üzerine uzanan katılımcıdan geçmektedir. Yatağın üzerine yatan katılımcı üzerine konulan dedektör ile geçen ışın ölçülmekte ve hem ışın kaynağı hem de dedektör hareket etmektedir. Böylelikle vücudun tamamı veya seçilen bir bölgesi düz çizgide taranabilmektedir. Her kullanımdan önce cihazın kalibrasyonu yapılmış ve ölçümlerde üretici firmanın önerdiği protokoller izlenmiştir. Katılımcılardan sabah aç karnına gelmeleri, yeterli miktarda sıvı tüketmeleri, bir gün öncesinde alkol tüketmemiş ve egzersiz yapmamış olmaları istenmiştir.

3.3.3. Standart Isınma Protokolü

Isınma protokolü, katılımcının kendisinin belirlediği yavaş bir tempoda (*jogging*), kapalı atletizm sahasında (tartan zemin üzerinde) 5 dakikalık düz koşu ve 5 dakikalık dinamik esnetme hareketlerini içermektedir. Isınma protokolünün ikinci yarısındaki bölümde; diz çekme, topuklama, yürüyerek *lunge*, yana *lunge*, skuat,

bacak savurma, makaslama gibi hareketlerle birlikte küçük sıçramaların olduğu ve eklem hareketliliğini sağlayacak statik olmayan egzersizler uygulanmıştır.

3.3.4. 1 Tekrar Maksimum Skuat Ağırlığının Belirlenmesi

Katılımcıların tek seferde kaldırabilecekleri maksimum skuat ağırlığının belirlenmesinde Earle'ün 2006 yılında geliştirdiği 1 tekrar maksimum (1 TM) protokolü izlenmiştir (60). Test öncesinde, skuat egzersizi hakkında bilgiler ve testin başarılı sayılması için dikkat edilmesi gereken kurallar detaylı biçimde sözlü olarak katılımcılara aktarılmıştır. Katılımcılardan olimpik barın sırtta konumlandırılmış olması ve diz fleksiyonunun yapıldığı eksenrik fazda femurun yerle paralel duruma gelmesi istenmiştir. Katılımcılar skuat egzersizinde deneyimli sporculardan oluşmuş olmasında rağmen, hareketlerin güvenli biçimde yapılması için iki araştırmacı protokolün uygulanması sırasında tüm güvenlik önlemlerini almıştır.

Katılımcı, 10 dakikalık standart ısınma protokolünün ardından 2 dakika dinlenmiş ve 1 TM protokolüne başlamıştır. Katılımcının kendisi ve araştırmacılar tarafından öngörülen ağırlık ile birinci sette 7-10 tekrar arasında kaldırış yapılmıştır. Bir dakika dinlenmenin ardından ikinci sette toplam ağırlık, 3-5 tekrar yapılabilecek ağırlığa yükseltilmiştir. Katılımcı bu aşamayı da geçtikten sonra iki dakika dinlenmiş ve üçüncü sette 2-3 tekrar yapabileceği ağırlık kullanılmıştır. Dördüncü set öncesinde katılımcıya dört dakika dinlenme süresi verilmiş ve ağırlık arttırılarak bu sette 1 tekrar yapması istenmiştir. Başarısız olunması durumunda, kaldırıştan dört dakika sonra ağırlık azaltılarak, katılımcıya bir deneme hakkı daha tanınmış ve son sette yaptığı başarılı kaldırışta kullanılan ağırlık not edilmiştir. Dördüncü sette başarılı olunması durumunda ise katılımcının devam etme isteğine göre ağırlık tekrar arttırılmış ve yine başarılı deneme yapıldıysa bu ağırlık not edilmiştir (EK-3). Test dördüncü veya beşinci sette sonlandırılmış ve katılımcıların 1TM ağırlığı belirlenmiştir.

3.3.5. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Uygulaması

ASP uygulaması daha önce belirlenen 1 TM skuat ağırlığının %90'ında 3 set, 3 tekrar olarak yön değiştirme testlerinden önce uygulanmıştır. Bu uygulamada

setler arası yaklaşık 2 dakika dinlenme süresi verilmiş ve toplam süre 280 saniyeyi geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.7.).

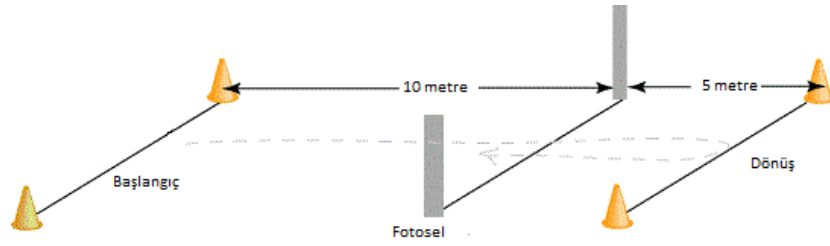


Şekil 3.7. Skuat egzersizinin uygulanaşı.

3.3.6. Yön Değiştirme Performansının Belirlenmesi

a. 505 Testinin Uygulanması

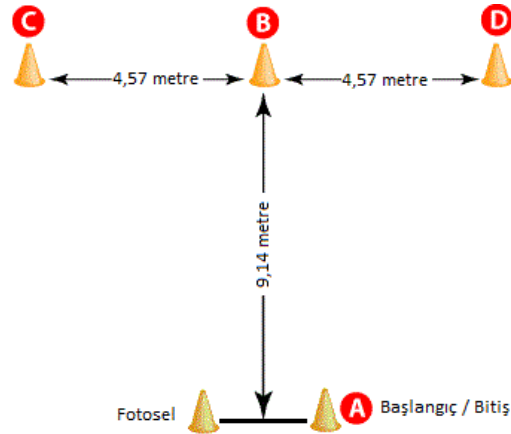
505 testi, Draper ve Lancaster'in (61) geliştirdiği, içeriğinde 180°'lik bir adet yön değiştirme bulunan, bilişsel ve algısal durumlar barındırmayan bir yön değiştirme testidir. Test, 10 metrelik bir yaklaşma koşusunun ardından 5 metrelik bir mesafenin gidiş-dönüşlü olarak mümkün olan en hızlı şekilde kat edilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8.). Katılımcı, sensörlü kapıya 10 metre mesafede bulunan çizgiye ayağını basmış ve komutla birlikte koşuya başlayarak maksimal süratle sensörlü kapıdan geçmiştir. 5 metre sonra yavaşlayıp duran, belirlenen çizgiye bir ayağını basarak 180°'lik dönüş yapan ve tekrar aynı sensörlü kapıdan geçen katılımcı, testi başarıyla tamamlamıştır. Test sırasında iki geçiş arasındaki süre kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. 505 Testi.

b. T-testi'nin Uygulanması

T-testi, Doug Semenick (62) tarafından geliştirilen, içeriğinde 90°'lik iki adet, 180°'lik iki adet olmak üzere toplam dört adet yön değiştirme bulunan, yan adım (yengeç adım, shuffle) ve geri adım (back pedal) koşular içeren bir yön değiştirme testidir.



Şekil 3.9. T-testi.

Katılımcı, sensörlü kapının (A) yaklaşık 30 cm gerisinden başlayarak 10 m düz sprint yapmış, yavaşlayıp durmuş ve koniye (B) dokunduktan sonra yan adım koşu yapmıştır. Tekrar koniye dokunup (C) uzaktaki koniye (D) yan adım koşu yapmıştır. Ortadaki koniye yan adımla koşup son dokunuşu yaptıktan sonra geri koşuyla sensörlü kapıdan geçiş yapmıştır (Şekil 3.9.). Bu testte, başlangıçta sensörlü kapıdan geçiş ile bitişte ikinci geçiş arasındaki süre kaydedilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin normal dağılıma uyumları Kolmogorof-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Tüm değişkenler için normal dağılımdan sapma önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). ASP uygulaması olmaksızın standart ısınmadan sonra (Kontrol) ve ASP uygulandıktan sonra 6 farklı zamanda ölçülen yön değiştirme performansı üzerine ASP etkisi ve zamana bağlı değişim 2 x 6 (Uygulama x Zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü Varyans Analizi ile test edilmiştir. Zamana bağlı değişimde (Zaman) F istatistiği anlamlı çıktığında farkın hangi ölçümlerden kaynaklandığı Bonferroni Post Hoc testi ile belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümlerde verilerin küresellik varsayımına uyumu Mauchly's testi ile kontrol edilmiştir. Küresellik varsayımı yerine gelmeyen değişkenlerde serbestlik derecesi için Epsilon (ϵ) <0.75 ise Greenhouse-Geisser, $\epsilon>0.75$ ise Huynh-Feldt düzeltmesi uygulanmıştır (63). ASP etkisi pozitif yanıt verenler, negatif yanıt verenler, ölçümden ölçüme değişken yanıt verenler ve yanıt vermeyenler (64) şeklinde bireysel seviyede değişkenlik gösterdiği için ASP uygulamasının 505 testi ve T-testi yön değiştirme performansları üzerine etkisi her bir test için ayrı ayrı bireysel seviyede de değerlendirilmiştir. Bunun için aşağıdaki formülle %95 güven sınırları için En Küçük Gerçek Fark (EKGF) değeri hesaplanmıştır (65, 66):

$$EKGF = \text{ÖSH} \times 1.96 \times \sqrt{2}$$

Formülde ÖSH: Ölçümün Standart Hatası, 1,96: %95 güven sınırları için z istatistiği, $\sqrt{2}$: iki ölçümün varyans farkı için sabittir. Ölçümün Standart Hatası $SD\sqrt{1-r}$ formülünden hesaplanmıştır (67). Formülde SD: iki ölçümün ortak standart sapması, r: iki ölçüm arasındaki korelasyon katsayısıdır. Ölçümün standart hatasındaki ortak SD ve r değerleri ASP uygulaması sonrasında birbirini takip eden 6 farklı zamanda yapılan her bir ölçümde elde edilen yön değiştirme performansı (15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk, 15.dk) ve ASP uygulaması olmaksızın ölçülen yön değiştirme performansı (Kontrol) değerlerinden hesaplanmıştır (ASP öncesi yön değiştirme performansı (Kontrol) ve ASP uygulamasından 15 sn sonra yön değiştirme performansı arasındaki “r katsayısı ve ortak SD”, ASP öncesi yön değiştirme performansı (Kontrol) ve ASP uygulamasından 2 dk sonra yön değiştirme performansı arasındaki “r katsayısı ve ortak SD” gibi). Böylece ASP sonrasında ASP

etkisini bireysel seviyede ve zamana bağılı olarak değerlendirmek için 6 ayrı ÖSH ve buna bağılı olarak da EKGF hesaplanmıştır. Kontrol ölçümlerinde de yön değiştirme performansı (ASP uygulanmaksızın ölçülen yön değiştirme performansı) birbirini takip eden 6 farklı zamanda elde edildiği için bu değerlerin ortalaması, her bir katılımcının her bir yön değiştirme testi için bireysel ASP öncesi yön değiştirme test performansı olarak kabul edilmiştir. Ortalama hesaplanmadan önce Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılarak 6 kez tekrarlanan yön değiştirme performansı üzerine tekrar etkisi olup olmadığını test edilmiştir. 505 yön değiştirme testinde 6 ölçüm arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Buna karşılık T-testinde ısınma sonrasında 15. sn'deki ölçüm değeri 12. ve 15. dakikadaki ölçüm değerlerinden anlamlı derecede farklı çıkmıştır ($p<0.05$). Bu nedenle 505 testinde 6 ölçümün, T-testinde ise ilk ölçüm değerlendirmeden çıkarılarak son 5 ölçümün ortalaması ASP öncesi yön değiştirme performansı (Kontrol) olarak kabul edilmiştir. ASP öncesi elde edilen yön değiştirme performansına göre ASP uygulamasından sonra elde edilen yön değiştirme performansında ortaya çıkan bireysel seviyedeki farklar (yani ASP öncesi yön değiştirme performansı – ASP sonrası yön değiştirme performansı) pozitif ve EKGF değerinden büyükse ($+ \text{Fark} > \text{EKGF}$) pozitif ASP etkisi (yön değiştirme performansında artış), negatif ve EKGF değerinden büyükse ($- \text{Fark} > \text{EKGF}$) negatif ASP etkisi (yön değiştirme performansında azalma) olarak değerlendirilmiştir. ASP öncesi ve sonrası fark değerleri (negatif ve pozitif) EKGF'ye eşit veya küçükse ($\pm \text{Fark} \leq \text{EKGF}$) ASP etkisi yok (nötr) şeklinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın istatistiksel analizleri Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Versiyon 22.0 (SPSS inc. Chicago, II, ABD) programı kullanılarak yapılmış ve 0,05 yanılma düzeyi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışma, aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme performansına etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla çalışmaya farklı takım sporlarıyla uğraşan toplam 18 sporcu katılmış ve sporcular rastgele sırayla yön değiştirme performansını belirlemede kullanılan 505 ve T-testi'ni farklı günlerde ASP ve Kontrol (KNT) uygulamalarıyla tekrarlamışlardır. Bu doğrultuda çalışmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular

Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı bulguları.

Değişkenler	Ort	Ss
Yaş (yıl)	23,61	3,38
Boy Uzunluğu (cm)	180,21	7,13
Vücut Ağırlığı (kg)	84,70	9,72
Vücut Yağ Oranı (%)	18,02	5,18
Yağsız Vücut Kütlesi (kg)	66,31	6,30
Antrenman Yaşı (yıl)	7,94	3,42
Kuvvet Antrenmanı Geçmişi (yıl)	5,55	3,11
1 TM (kg)	135,94	29,21

Çalışmaya katılan sporcuların yaş ortalaması $23,61 \pm 3,38$ yıl, boy uzunluğu $180,21 \pm 7,13$ cm, vücut ağırlığı $84,70 \pm 9,72$ kg, vücut yağ yüzdesi $\%18,02 \pm 5,18$ ve yağsız vücut kütlesi ise $66,31 \pm 6,30$ kg olarak belirlenmiştir. Katılımcı formundan alınan bilgiler doğrultusunda sporcuların kendi branşlarına yönelik toplam antrenman yaptığı süre ortalaması $7,94 \pm 3,42$ yıl, kuvvet antrenmanı yaptığı süre ortalaması

5,55±3,11 yıl ve 1 TM skuat ağırlığı ortalaması ise 135,94±29,21 kg olarak bulunmuştur (Tablo 4.1.).

4.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 505 Testi Yön Değiştirme Performansına Etkisi (Denence 1)

505 testinin ASP ve KNT uygulamalarından elde edilen veriler, tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile test edilmiş ve bulgular Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. 505_(ASP) ve 505_(KNT) değerleri (Ort±Ss) ile Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonuçları

Değişkenler	15.	4.	8.	12.	15.	Uygulama F	Zaman F	Uygulama x Zaman F
	sn	2. dk	dk	dk	dk			
505 _{ASP} (sn)	2,47	2,41	2,40	2,37	2,41	2,38		
	±	±	±	±	±	±		
	0,14	0,14	0,12	0,13	0,15	0,13	0,563 (p=0,463)	2,701 (p=0,69)
505 _{KNT} (sn)	2,43	2,34	2,39	2,39	2,39	2,40		
	±	±	±	±	±	±		
	0,12	0,13	0,11	0,11	0,14	0,14		

ASP: Aktivasyon sonrası potansiyasyon uygulaması, **KNT:** Kontrol uygulaması.

ASP ve KNT uygulamalarından sonra 505 testi için ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla 15. sn'de 2,47±0,14 ve 2,43±0,12 sn, 2. dk'da sırasıyla 2,41±0,14 ve 2,34±0,13 sn, 4. dk'da sırasıyla 2,40±0,12 ve 2,39±0,11 sn, 8. dk'da sırasıyla 2,37±0,13 ve 2,39±0,11 sn, 12. dk'da sırasıyla 2,41±0,15 ve 2,39±0,14 sn ve 15. dk'da sırasıyla 2,38±0,13 ve 2,40±0,14 sn olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları kontrol ölçümleri ile karşılaştırıldığında ASP uygulamasının 505 testi üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir ($F_{(1,17)}=0,563$; $p=0,463$; kısmi $\eta^2 =0,032$). Benzer

şekilde uygulama sonrasında zamana bağlı olarak 505 testi yön değiştirme performansındaki değişim de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F_{(5,85)}=2,701$; $p=0,69$; kısmi $\eta^2=0,510$). Ayrıca Uygulama x Zaman etkileşimi de anlamlı değildir ($F_{(5,85)}=1,571$; $p=0,236$; kısmi $\eta^2=0,377$) ve bu durum hem ASP ve hem de KNT uygulamaları sonrasında 505 testi yön değiştirme performansında zamana bağlı değişimlerin benzer olduğunu göstermektedir.

ASP uygulamasının 505 testi yön değiştirme performansında bireysel seviyede meydana getirdiği değişim her bir uygulama (505_{ASP} , 505_{KNT}) için ayrı ayrı incelenmek üzere EKGf değerleri hesaplanmış ve Tablo 4.3.'te bireysel değerler sunulmuştur. KNT'ye göre ASP sonrasında yön değiştirme performansında ortaya çıkan fark (yani, ASP öncesi yön değiştirme testini tamamlama zamanı – ASP sonrası yön değiştirme testini tamamlama zamanı) pozitif ve EKGf değerinden daha büyükse pozitif ASP etkisi (**) (yön değiştirme performansında artış), negatif ve EKGf değerinden daha büyükse negatif ASP etkisi (*) (yön değiştirme performansında düşüş) ve EKGf değerleri kapsamında ise ASP etkisi yok (nötr) şeklinde değerlendirilmiştir.

Tablo 4.3. 505 testinin EKGF değerleri ve ASP - KNT uygulamalarına ait bireysel farklar.

	15. sn	2. dk	4. dk	8. dk	12. dk	15. dk
EKGF	0,23	0,19	0,16	0,23	0,19	0,23
Katılımcı (Brans)						
Basketbol	0,05	0,17	-0,05	0,10	0,07	0,16
Basketbol	-0,13	-0,16	-0,06	-0,15	-0,05	-0,15
Ragbi	-0,16	-0,03	-0,03	0,01	-0,04	-0,03
A. Futbolu	-0,05	-0,02	0,05	0,01	-0,05	-0,05
A. Futbolu	-0,16	-0,09	-0,09	-0,08	-0,33*	-0,12
A. Futbolu	-0,13	-0,06	0,06	-0,05	-0,07	-0,09
Futbol	-0,12	0,05	0,07	0,12	-0,02	0,03
Ragbi	-0,30*	-0,04	-0,20*	-0,07	0,08	0,00
A. Futbolu	-0,21	-0,03	-0,05	-0,01	-0,04	-0,07
A. Futbolu	-0,04	-0,12	-0,02	-0,04	0,07	0,08
A. Futbolu	0,13	0,11	0,13	0,26**	0,14	0,24**
A. Futbolu	-0,02	-0,19	-0,05	-0,03	-0,18	-0,17
Ragbi	-0,29*	-0,08	-0,07	-0,18	-0,04	0,19
Voleybol	-0,02	-0,10	-0,02	-0,03	0,05	0,12
A. Futbolu	0,01	0,13	0,12	0,23	0,10	0,09
Ragbi	0,09	0,09	0,07	0,17	0,02	0,06
Basketbol	-0,01	0,03	-0,03	-0,04	0,00	-0,14
B. Hokeyi	-0,04	0,08	0,09	0,09	-0,07	0,02

*Negatif ASP etkisi (Yön değiştirme performansında düşüş), ** Pozitif ASP etkisi (Yön değiştirme performansında artış), İşaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi, EKGF: En küçük gerçek fark değerleri.

505 testi derecelerinden elde edilen EKGF değerleri 15. saniye için 0,23, 2. dakika için 0,19, 4. dakika için 0,16, 8. dakika için 0,23, 12. dakika için 0,19 ve 15. dakika için 0,23 olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.3.'te ASP öncesine göre ASP sonrasında yön değiştirme performansında ortaya çıkan farklar gösterilmiştir. Bu

farklardan yola çıkarak, ASP etkisi bireysel boyutta incelenmiş, 505 testi için 5., 8. ve 13. katılımcılarda yön değiştirme performansında düşüş, 11. katılımcıda ise yön değiştirme performansında artış olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.3.'e göre işaret koyulmayan dereceler nötr olarak değerlendirilmiştir ve bu da ASP etkisinin görülmediği anlamına gelmektedir.

Tablo 4.4.'te katılımcıların 505 testine ait bireysel performansları ve en iyi derecenin yapıldığı denemenin zamanı sunulmuştur.

Tablo 4.4. Katılımcıların 505 testine ait KNT derecesi ve ASP uygulamasından sonra tekrarlanan 505 testindeki bireysel dereceler ile en iyi derecenin dakikası.

Katılımcılar	KNT	ASP 15. sn	ASP 2. dk	ASP 4. dk	ASP 8. dk	ASP 12. dk	ASP 15. dk	En İyi Değerin Dakikası
Basketbol	2,34	2,29	2,17	2,39	2,24	2,27	2,18	2. dk
Basketbol	2,35	2,48	2,51	2,41	2,50	2,40	2,50	-
Ragbi	2,32	2,48	2,36	2,35	2,31	2,36	2,35	8. dk
A. Futbolu	2,41	2,46	2,43	2,36	2,40	2,47	2,46	4. dk
A. Futbolu	2,54	2,70	2,63	2,64	2,62	2,87	2,67	-
A. Futbolu	2,28	2,41	2,33	2,21	2,33	2,34	2,37	4. dk
Futbol	2,35	2,47	2,31	2,28	2,24	2,38	2,33	8. dk
Ragbi	2,35	2,65	2,39	2,55	2,42	2,27	2,35	12. dk
A. Futbolu	2,31	2,53	2,34	2,37	2,32	2,35	2,39	8. dk
A. Futbolu	2,41	2,46	2,54	2,44	2,46	2,34	2,33	15. dk
A. Futbolu	2,47	2,34	2,36	2,34	2,21	2,33	2,23	8. dk
A. Futbolu	2,51	2,53	2,70	2,56	2,54	2,69	2,68	-
Ragbi	2,50	2,79	2,58	2,57	2,68	2,54	2,31	-
Voleybol	2,34	2,36	2,44	2,37	2,37	2,29	2,22	15. dk
A. Futbolu	2,63	2,61	2,50	2,51	2,40	2,53	2,53	8. dk
Ragbi	2,45	2,37	2,36	2,38	2,29	2,43	2,39	8. dk
Basketbol	2,26	2,27	2,23	2,29	2,30	2,26	2,40	2. dk
B. Hokeyi	2,30	2,34	2,22	2,22	2,21	2,37	2,28	8. dk

-: En iyi değer kontrol ölçümlerinde elde edilmiştir.

Bu tabloya göre ASP uygulaması sonrasında 18 katılımcıdan 7'si en iyi 505 testi derecesini 8. dakikada elde etmiştir. Katılımcılardan 4'ünün yön değiştirme performansında ASP uygulamasından sonra düşüş belirlenmiştir. 11. katılımcının, EKGf değerlerinden yola çıkılarak yapılan değerlendirmeye göre (Bkz. Tablo 4.3.) 8. ve 15. dakikalardaki yön değiştirme performansında artış olduğu belirlenmiştir. İşaret olmayan değerler EKGf değerleri kapsamında olduğundan nötr olarak değerlendirilmiştir ve ASP etkisi görülmemiştir.

4.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun T-testi Yön Değiştirme Performansına Etkisi (Denence 2)

T-testi'nin ASP ve KNT uygulamalarından elde edilen veriler, tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile test edilmiş ve bulgular Tablo 4.5.'te sunulmuştur.

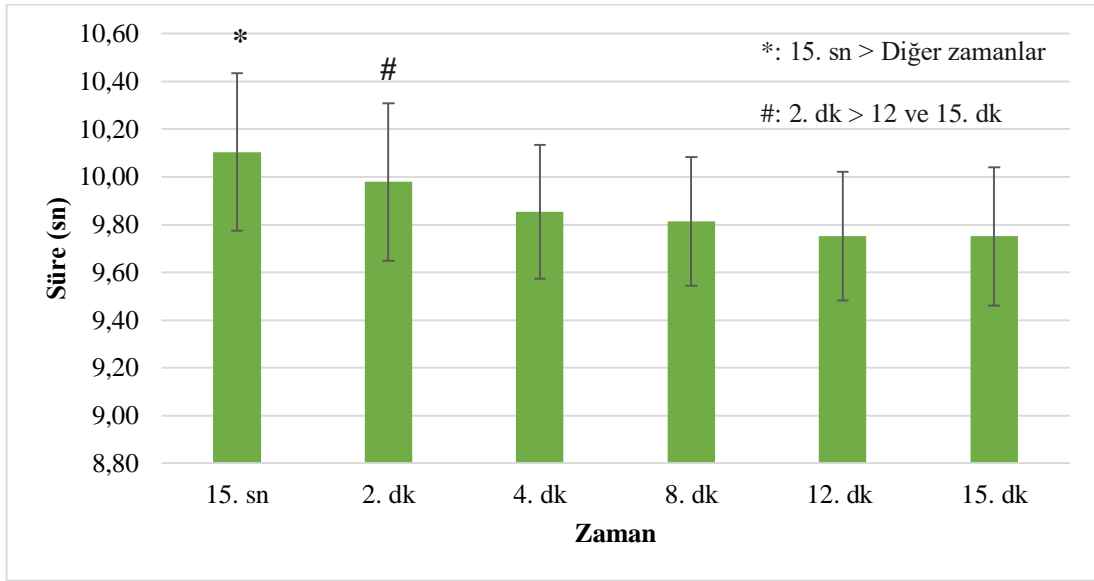
Tablo 4.5. T-testi_(ASP) ve T-testi_(KNT) değerleri (Ort±Ss) ile Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA Sonuçları.

Değişkenler	15. sn	2. dk	4. dk	8. dk	12. dk	15. dk	Uygulama	Zaman	Uygulama
							F	F	x Zaman
							F	F	F
T-testi_{ASP}	10,21	9,98	9,85	9,83	9,78	9,74			
	±	±	±	±	±	±			
(sn)	0,71	0,63	0,57	0,58	0,57	0,63	1,322	9,178	6,749
							(p=0,266)	(p=0,001)	(p=0,003)
T-testi_{KNT}	9,98	9,96	9,85	9,78	9,71	9,75			
	±	±	±	±	±	±			
(sn)	0,61	0,71	0,57	0,52	0,52	0,55			

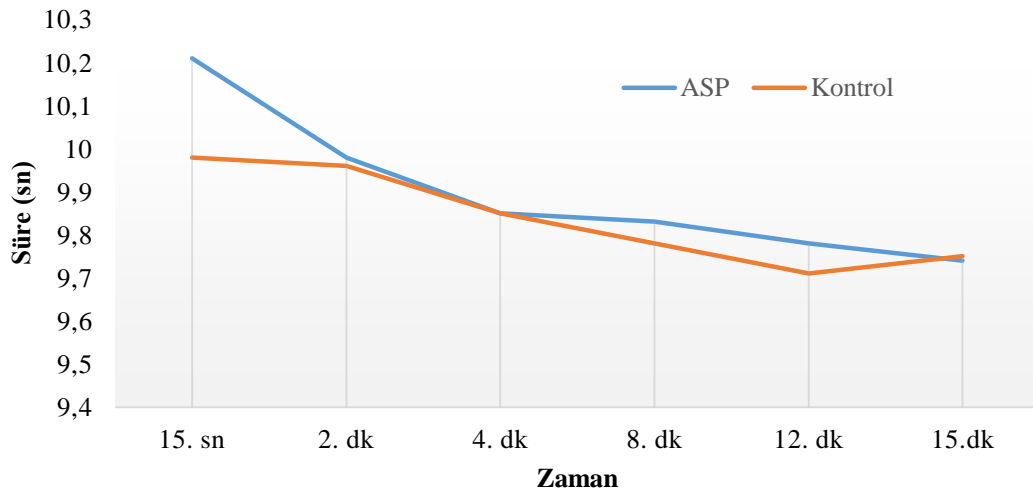
ASP: Aktivasyon sonrası potansiyasyon uygulaması, KNT: Kontrol uygulaması.

Tablo 4.5.'te görüldüğü üzere, tekrarlanan T-testi ölçümlerinden elde edilen bulgular sonucunda uygulama etkisinin ($F_{(1,17)}=1,322$; $p=0,266$; $\eta^2=0,072$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülürken, Zaman etkisi ($F_{(5,13)}=9,178$; $p=0,001$; $\eta^2=0,779$) ile Uygulama x Zaman etkileşiminin ($F_{(5,13)}=6,749$; $p=0,003$;

$\eta^2=0,722$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. T-testi_(ASP) ve T-testi_(KNT) uygulamalarındaki Zaman etkisi Şekil 4.1.'de, Uygulama x Zaman Etkileşimi ise Şekil 4.2.'de sunulmuştur. Yapılan Bonferroni post hoc analizi sonuçları ASP uygulaması sonrasında 15. sn'deki yön değiştirme zamanının diğer dakikalardaki yön değiştirme zamanlarından anlamlı derecede yüksek olduğunu; 2 dk'daki yön değiştirme zamanının ise 12. ve 15. dk'lardaki yön değiştirme zamanından anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.1. T-testi_(ASP) ve T-testi_(KNT) ölçümlerinin ortalamasını temsil eden değerler ve bu uygulamalardaki Zaman etkisi



Şekil 4.2. T-testi_(ASP) ve T-testi_(KNT)'ne ait Uygulama x Zaman etkileşimi.

ASP ve KNT uygulamaları sonrası elde edilen Uygulama x Zaman etkileşimi de istatistiksel yönden anlamlı bulunmuş ve ($p < 0,05$) Şekil 4.2. incelendiğinde ASP ve KNT uygulamalarının özellikle 15. sn'de farklılaştığı görülmektedir. ASP uygulamalı değer KNT değerinden daha yavaş olduğu görülmektedir.

T-testi yön değiştirme performansı her bir uygulama için (T-testi_{ASP} ve T-Testi_{KNT}) için ayrı ayrı incelenmek üzere EKGf değerleri hesaplanmış ve sırasıyla 15. saniye için 0,73, 2. dakika için 0,58, 4. dakika için 0,50, 8. dakika için 0,62, 12. dakika için 0,53 ve 15. dakika için 0,39 olarak belirlenmiştir. ASP öncesine göre ASP sonrasında yön değiştirme performansında ortaya çıkan bireysel farklar Tablo 4.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. T-testinin EKGf değerleri ve ASP - KNT uygulamalarına ait bireysel farklar.

	15. sn	2. dk	4. dk	8. dk	12. dk	15. dk
EKGf	0,73	0,58	0,50	0,62	0,53	0,39
Katılımcı (Brans)						
Basketbol	-0,40	-0,25	0,00	-0,01	0,00	0,23
Basketbol	-0,49	-0,37	-0,55*	-0,87*	-0,40	-0,28
Ragbi	-0,10	0,21	-0,36	0,25	0,22	0,45**
A. Futbolu	-0,33	-0,14	-0,08	-0,17	0,01	0,18
A. Futbolu	-1,36*	-0,27	0,33	-0,43	-0,06	-0,19
A. Futbolu	0,03	0,32	0,48	0,39	0,31	0,30
Futbol	0,14	0,09	0,08	0,12	0,30	0,38
Ragbi	-0,03	0,10	-0,01	0,49	0,36	0,23
A. Futbolu	-0,78*	-0,57	-0,20	-0,20	-0,62*	-0,16
A. Futbolu	-0,60	-0,88*	-0,37	-0,39	-0,40	0,13
A. Futbolu	-0,95*	-0,39	-0,27	0,06	0,25	-0,05
A. Futbolu	-0,39	-0,38	0,07	0,17	-0,02	-0,16
Ragbi	-0,71	-0,36	-0,10	0,02	0,04	0,05
Voleybol	-0,26	0,02	0,07	0,02	0,12	0,19
A. Futbolu	-0,59	-0,38	-0,07	-0,18	-0,11	-0,06
Ragbi	-0,36	-0,05	0,12	0,17	0,11	-0,18
Basketbol	0,07	0,13	0,25	0,18	0,34	0,10
B. Hokeyi	-0,10	0,07	-0,08	-0,02	0,08	0,20

*Negatif ASP etkisi (Yön değiştirme performansında düşüş), ** Pozitif ASP etkisi (Yön değiştirme performansında artış), İşaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi, EKGf: En küçük gerçek fark değerleri.

Tablo 4.6.'da görüldüğü gibi T-testi için 2., 5., 9., 10. ve 11. katılımcılarda farklı zamanlar için yön değiştirme performansında düşüş, 3. katılımcının yön değiştirme performansında ise 15. dk'da artış olduğu belirlenmiştir. İşaret olmayan

değerler EKGf değerleri kapsamında olduğundan nötr olarak değerlendirilmiştir ve ASP etkisi görülmemiştir.

Tablo 4.7.'de katılımcıların T-testi'ne ait bireysel performanslar ve en iyi derecenin yapıldığı denemenin zamanı sunulmuştur.

Tablo 4.7. Katılımcıların T-testi'ne ait KNT derecesi ve ASP uygulamasından sonra tekrarlanan T- Testi'ndeki bireysel dereceler ile en iyi derecenin dakikası.

Katılımcılar	Kontrol	ASP 15. sn	ASP 2. dk	ASP 4. dk	ASP 8. dk	ASP 12. dk	ASP 15. dk	En İyi Değerin Dakikası
Basketbol	9,11	9,51	9,36	9,12	9,12	9,11	8,89	15. dk
Basketbol	9,71	10,20	10,08	10,27	10,58	10,12	9,99	-
Ragbi	9,79	9,89	9,58	10,15	9,54	9,57	9,35	15. dk
A. Futbolu	10,00	10,33	10,14	10,08	10,17	9,99	9,82	15. dk
A. Futbolu	10,22	11,57	10,48	9,89	10,65	10,28	10,40	4.dk
A. Futbolu	10,23	10,20	9,92	9,75	9,85	9,92	9,93	4. dk
Futbol	9,84	9,70	9,75	9,76	9,72	9,55	9,47	15. dk
Ragbi	10,59	10,63	10,50	10,60	10,10	10,23	10,36	8. dk
A. Futbolu	9,16	9,95	9,73	9,36	9,36	9,79	9,33	-
A. Futbolu	9,52	10,11	10,39	9,89	9,90	9,91	9,38	15. dk
A. Futbolu	9,90	10,85	10,29	10,17	9,83	9,65	9,95	12. dk
A. Futbolu	10,85	11,24	11,22	10,78	10,67	10,87	11,01	8. dk
Ragbi	9,88	10,59	10,24	9,98	9,86	9,84	9,83	15. dk
Voleybol	9,12	9,38	9,10	9,06	9,10	9,00	8,94	15. dk
A. Futbolu	10,69	11,28	11,07	10,76	10,87	10,80	10,76	-
Ragbi	9,84	10,20	9,89	9,72	9,67	9,73	10,02	8. dk
Basketbol	9,06	9,00	8,94	8,81	8,89	8,73	8,97	12. dk
B. Hokeyi	9,18	9,28	9,12	9,27	9,21	9,11	8,98	15. dk

-: En iyi değer kontrol ölçümlerinde elde edilmiştir.

Bu tabloya göre 18 katılımcıdan 8'i en iyi T-testi derecesini 15. dakikada elde etmiştir. Katılımcılardan 3'ünün yön değiştirme performansında ASP uygulamasından sonra düşüş belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırma takım sporcularında ASP'nin yön değiştirme performansına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla çalışmaya katılan 18 takım sporcusunun ASP ve KNT uygulamasından sonra 15. saniye, 2., 4., 8., 12., ve 15. dakikalarda 505 ve T-testi yön değiştirme performansları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular denenceler doğrultusunda tartışılmıştır.

5.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 505 Testi ve T-testi Yön Değiştirme Performansına Etkisinin İncelenmesi (Denence 1 ve 2)

505 testi için, ASP ve KNT ölçümlerinden elde edilen bulgular uygulama (ASP-KNT) ve zaman etkisi ile uygulama x zaman etkileşiminin anlamlı olmadığını göstermiştir (Tablo 4.2.). T-testi ölçümlerinden elde edilen bulgular ise ASP etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını (Tablo 4.5.), ancak Zaman etkisi ile Uygulama x Zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir (Şekil 4.1. ve 4.2.). ASP uygulaması sonrasında 15. sn'deki yön değiştirme performansının diğer dakikalardaki yön değiştirme performansından; 2. dk'daki yön değiştirme performansının ise 12. ve 15. dk'lardaki yön değiştirme performansından anlamlı derecede yavaş olduğu görülmüştür. ÖA sonrasında yapılan T-testi ölçümünden elde edilen bulgulara göre; yön değiştirme performansında belirlenen ve yukarıda bahsi düşüşler, bu dakikalarda yorgunluğun potansiyasyon etkisinden daha fazla olmasıyla açıklanabilir.

Yazılı kaynaklarda ASP ile yön değiştirme performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde bu çalışma ile benzerlik gösteren veya farklı olan bazı araştırmalara yer verilmiştir. Sole ve ark. (55) yaptığı çalışmada, *NCAA Division II*'de basketbol ve tenis oynayan erkek ve kadın sporcularda 1 TM'nin %90'ında uygulanan 3 tekrar skuat ÖA'nın 10 m yön değiştirme-mekik testindeki (180° dönüş) etkisi kontrol uygulamasıyla karşılaştırılmış ve anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. ÖA'nın yön değiştirmeli tekrarlı sprint performansına etkilerinin incelendiği başka bir araştırmada, tekrarlı sprint ölçümü için yön değiştirmeli 6 x 30 m testi kullanılmış (15 m + 15 m, 180° dönüş) ve ÖA olarak 1 TM'nin %90'ında 1 tekrar x 5 set skuat egzersizi (set

aralarında 2 dk dinlenme) uygulanmıştır (56). En iyi sprint zamanı ve ortalama sprint zamanı sırasıyla orta ($d=0,54$) ve küçük ($d=0,41$) boyutta pozitif yönde etkilenmiş ve ASP yöntemi ile performansın gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Bu iki araştırma, 1 TM'nin %90'ında uygulanan skuat egzersizi açısından bizim çalışmamızda kullanılan ÖA ile benzerlik gösterirken aynı zamanda çalışmadaki 505 testine benzer şekilde 180° dönüş içeren yön değiştirme testlerini de içermektedir. Ancak sonuçlar bizim bulgularımızla hem benzerlik ve hem de farklılık göstermektedir.

17 yaş altı toplam 16 ragbi oyuncusunun katıldığı bir çalışmada ise, ragbi veya Amerikan futbolcularda sıklıkla kullanıldığı bilinen yön değiştirme testi olan *proagility* performansı incelenmiştir. ÖA olarak 3 set x 3 sn maksimal izometrik skuat egzersizi (set aralarında 2 dk dinlenme) uygulanmış ve ÖA'dan 1, 3, 5 ve 7 dakika sonra sporcular *proagility* testine katılmıştır (5). Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında, ÖA'dan 1 dakika sonra ölçülen *proagility* test zamanının istatistiksel olarak anlamlı derecede (%3,3) daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, bizim çalışmamızda elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda Marshall ve ark. (5)'nin çalışmasına benzer şekilde bu çalışmada da bireysel performanslar incelenmiş ve bazı sporcularda performans artışı bulunmakla birlikte, bazı sporcularda performansın düştüğü görülmüştür.

Performansta pozitif ASP etkisinin gözlemlendiği, Maloney ve ark. (57)'nin yaptığı çalışmada, katılımcıların vücut ağırlığının %5'inin ve %10'unun eklendiği yeleklerle veya yelek kullanılmayan kontrol protokolüyle 3 standart dinamik ısınma 8 elit badminton oyuncusunda uygulanmıştır. Katılımcılar standart ısınma uygulamasının ardından 15. sn'de, 2., 4. ve 6. dk'da aktif sıçrama ve yön değiştirme testlerine katılmışlardır. Yön değiştirme performansının, kontrol uygulamasına göre hem %5 hem de %10 ağırlık yelekli uygulamada anlamlı şekilde arttığı belirtilmiştir. Bu çalışma için ÖA'nın performans aktivitesi ile biyomekanik açıdan benzerlik göstermesinin pozitif bir etkiye yol açtığı düşünülmektedir. ASP'nin yön değiştirme performansına etkisi ile ilgili bir diğer çalışmada Zois ve ark. (21), 10 amatör futbolcuya aktif sıçrama ve reaktif çeviklik testlerini uygulamışlardır. Sporcular bu testlerden önce, normal futbol ısınması, küçük alan oyunları veya bacak itme makinesinde 5 TM egzersiz olmak üzere üç farklı ısınma programını farklı

zamanlarda yapmışlardır. Kontrol ölçümleriyle kıyaslandığında yön değiştirme performansının küçük alan oyunlarından sonra %3,8, 5 TM bacak itme ÖA'dan sonra %4,7 geliştiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada iki farklı yön değiştirme testi kullanılmıştır. 505 testi, düz sprint unsurları içeren ve bir adet 180° yön değiştirme bulunduran bir testtir. 180° yön değiştirme fiziksel olarak zorlayıcıdır ve 505 testi sporcunun yatay düzlemde yön değiştirme becerisini izole şekilde ölçebilen bir testtir (68). 505 testinin süresi nispeten kısadır ve yaklaşık 2-3 sn sürmektedir. Nimphius ve ark. (69), 505 testinde yön değiştirme becerisi kullanılırken geçen sürenin toplam test süresinin yaklaşık %31'i olduğunu ve geri kalan sürede sporcunun hızlanma veya sürat becerisinin etkili olduğunu belirtmiştir. T-testi ise içeriğinde 90°'lik iki adet, 180°'lik iki adet olmak üzere toplam dört adet yön değiştirme bulunduran, yan adım (yengeç adım, *shuffle*) ve geri adım (back pedal) koşular içeren bir yön değiştirme testidir ve ortalama olarak 7,5-13 sn aralığında gerçekleştirilmektedir (70). 505 testi ile karşılaştırıldığında, mesafe ve süre olarak daha uzundur ve daha fazla yön değiştirme anı bulundurmaktadır. 505 testi ve T-testi, bileşenleri bakımından birbirinden farklı iki yön değiştirme testidir ve yön değiştirme sayısı, yön değiştirme açısı veya testin tamamlanma süresi gibi bileşenler farklılaştığında ASP'nin yön değiştirme performansındaki etkilerinin değişip değişmeyeceğinin araştırılması bu çalışmanın konusu olmuştur. Bu bağlamda T-testi yön değiştirme performansında belirlenen anlamlı düşüşün, az önce bahsi geçen unsurlardan ötürü negatif olarak etkilenecek, yorgunluğun potansiyasyon etkisinden fazla olmasına ve 15. sn veya 2. dk'daki yavaşlığa neden olduğu düşünülmektedir.

Yazılı kaynaklarda belirtildiği üzere katılımcıların antrenmanlı olma durumunun ASP'ye olan etkisi dikkate alınmış ve bu araştırmanın örnekleme aktif şekilde antrenmanlarına devam eden takım sporcularından oluşturulmuştur (Tablo 2.3.) (8). Fukutani ve ark. (71), 8 olimpik haltercide yüksek ve orta şiddette uyguladığı ÖA'nın aktif sıçrama performansında yüksek şiddetin (1TM'nin %90'ında) daha etkili olduğunu belirlemiştir. Low ve ark. (72), 1 TM'in %91'inde tek set 3 tekrar şeklinde uyguladığı ÖA'nın 35 m tekrarlı sprint performansı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Literatürün ışığında, ASP ile ilgili

çalışmalara benzer şekilde egzersiz tipi, şiddeti, set ve tekrar sayıları da sırasıyla sırtta skuat, 1 TM'nin %90'ı, 3 set ve 3 tekrar şeklinde seşilmiştir (13, 29, 38, 72, 73). Ancak araştırmamızın bulguları incelendiğinde, bu ÖA'nın bu araştırmaya katılan müsabık sporcularda performansı arttırmak için uygun olmadığı düşünölmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, antrenman geçmişi veya kuvvet düzeyi (30-33) gibi faktörlerin istenilen ölçüde olmamasının bu araştırmanın sonuçlarını etkilediği düşünölmektedir.

ASP'nin düz sprint üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda çeşitli ASP uygulamalarıyla performansın geliştiğine dair bulgulara rastlanmaktadır (34, 41, 52). Bu araştırma, ASP'nin süratte olduğu gibi yön değiştirme performansında da etkili olup olamayacağının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Iacono ve ark. (11), 1 TM'nin %85'i ile yapılan kalça itme egzersizi sonrası 15 m sürat performansının arttığını belirlemiştir. Lim ve Kong'un (12) yaptığı bir çalışmada ise skuat önkondisyonlanma egzersizinden 4 dakika sonra ölçölen 10, 20 ve 30 m sürat derecelerinin kontrol dereceleri ile karşılaştırıldığında bireysel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, Crewther ve ark. (29), tek set 3 tekrar uygulanan skuat egzersizinin aktif sıçrama performansını 4., 8. ve 12. dakikalarda arttırdığını ancak 15 m sprint performansına etki etmediğini belirtmiştir. Benzer şekilde Bevan ve ark. (53), 16 profesyonel ragbi oyuncusunun, 1 TM'nin %91'inde uyguladığı 1 set 3 tekrar skuat egzersizinden sonra ölçölen 10 m sprint performansında anlamlı bir gelişme olmadığını ancak bireysel boyutta performanslar incelendiğinde yeterli ve kişiye özel dinlenme süresi sonrasında sprint performansının artabileceğini belirtmiştir. 505 testi ve T-testi içeriğinde sprint unsurları barındıran testlerdir ve yukarıda bahsi geçen çalışmalara benzerlik gösteren sonuçlar elde edilmiştir.

Yazılı kaynaklarda ASP etkisinin bireysel boyutta incelenmesi gerektiği önerisine sıkça rastlanılmaktadır. Bu araştırmanın dizaynı benzer nitelikteki çalışmalar dikkate alınarak yapılmış ve bireysel bulgular da incelenmiştir. Sporcularda yapılan çalışmalarda en sık karşılaşılan zorluklardan biri de örneklem büyüklüğüdür. Aşırı küçük örneklemler ve oldukça küçük etkiler nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bir p değerı elde etmek çoğu zaman imkânsızdır. Bununla birlikte, sporcularla ilgili çalışmalarda en küçük etkiler performansta farklılıklara yol

açabilir. Bu sebepten, performansta anlamlı bir değişikliğe yol açabilecek en küçük değişikliğin belirlenmesinde EKGf kullanılmıştır (65). Bu farklardan yola çıkarak, 505 testi için 3 sporcuda yön değiştirme performansında düşüş, 1 sporcuda ise 8. ve 15. dakikalarda yön değiştirme performansında artış olduğu belirlenmiştir. T-testi için 5 sporcuda yön değiştirme performansında düşüş, 1 sporcuda ise 15. dakikada yön değiştirme performansında artış olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmadaki sporcuların bazılarının ASP uygulamasına pozitif, bazılarının ise negatif yanıt vermesi bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda sıklıkla belirtilen bir durumdur. Yön değiştirme performansında artış veya düşüş göstermeyen, bir diğer deyişle ASP uygulamasından etkilenmeyen bu sporcuların bulguları nötr olarak tanımlanmış ve bu sporcular için değerlendirme “ASP uygulamasının yön değiştirme performansına herhangi bir etkisi yok” olarak yapılmıştır.

Bu araştırma takım sporcularında yön değiştirme performansının kuvvet temelli yüksek şiddetli bir direnç egzersizinin ısınma protokolüne dahil edilmesi ile akut olarak etkilenmediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. T-testinin, içeriğindeki yön değiştirme sayısının fazla olmasıyla birlikte daha zorlayıcı ve daha uzun süren bir test olması itibarıyla, ÖA'dan sonraki yorgunluğun potansiyasyon etkisini bastırmasına ve dolayısıyla performansın 15. sn'deki düşüşüne neden olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada ÖA olarak literatürde dikey sıçrama veya sprint gibi patlayıcı egzersizlerdeki ASP etkisini gözlemleyebilmek için sıklıkla kullanılan skuat egzersizi kullanılmıştır ve bu uygulama, çalışmaya katılan sporcuların yön değiştirme performanslarında ASP etkisi yaratmamıştır. Maloney ve ark. (57)'nin ağırlıklı yeleklerle uyguladığı ÖA yön değiştirme performansını geliştirirken, Marshall ve ark. (5) uyguladığı izometrik skuat yön değiştirme performansını etkilememiştir. Bunun sebebinin Maloney ve ark. (57)'nin uyguladığı ÖA'nın biyomekanik açıdan performans beklenen egzersiz ile benzerlik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak 1 TM'nin %90'ında 3 set 3 tekrar olarak uygulanan ÖA'nın 505 testi yön değiştirme performansında bir değişime neden olmadığı, T-testi yön değiştirme performansında ise olumsuz bir değişim yarattığı görülmüştür. Elde edilen bulgular bireysel boyutta incelendiğinde performanslarında düşüş ve artış

gösteren sporcular göze çarpmaktadır. Bu durumda ASP etkisinin bireysel boyutta değerlendirilip, doğru egzersiz şiddeti ve uygun dinlenme süresinin kişiye özel yapılması gerektiğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aktivasyon sonrası potansiyasyonun yön değiştirme performansına etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

6.1. Sonuçlar

1. ASP uygulamasının 505-testi yön değiştirme performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir uygulama etkisi yoktur ($p>0,05$). ASP ve KNT uygulamaları arasında bir fark belirlenmemiştir.

2. ASP uygulamasının 505-testi yön değiştirme performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir zaman etkisi yoktur ($p>0,05$).

3. ASP uygulamasının 505-testi yön değiştirme performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir Uygulama x Zaman etkileşimi belirlenmemiştir ($p>0,05$).

4. ASP uygulamasının T-testi yön değiştirme performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir uygulama etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$).

5. ASP uygulamasının T-testi yön değiştirme performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir zaman etkisi vardır ($p<0,05$). ÖA'dan 15 sn sonra uygulanan T-testi yön değiştirme performansı 2., 4., 8., 12. ve 15. dk'lardaki yön değiştirme performansından yavaştır. Benzer şekilde ÖA'dan 2 dk sonra uygulanan T-testi yön değiştirme performansı 12. ve 15. dk'lardaki yön değiştirme performansından yavaştır.

6. ASP uygulamasının T-testi yön değiştirme performansına etkisine istatistiksel olarak anlamlı bir uygulama x zaman etkileşimi bulunmuş ($p<0,05$) ve bu etkileşimin ASP uygulamasındaki 15. sn performansının daha yavaş olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

7. Bireysel bulgular; 505 testi için 3 sporcuda yön değiştirme performansında düşüş, 1 sporcuda ise 8. ve 15. dakikalarda yön değiştirme performansında artış

olduğunu gösterirken, T-testi için 5 sporcuda yön değiştirme performansında düşüş, 1 sporcuda ise 15. dakikada yön değiştirme performansında artış olduğunu göstermiştir.

6.2. Öneriler

Bu çalışmanın sınırlılıkları göz önünde bulundurularak gelecekte yapılacak çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışma erkek takım sporcularıyla yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalar kadın sporcular ile yapılabilir veya cinsiyet farkına bakılabilir.

2. Bu çalışmanın araştırma grubu farklı spor dallarından takım sporcularından oluşturulmuştur. Gelecekteki çalışmalar aynı spor branşından sporcular seçilerek yapılabilir.

3. Bu çalışmada ÖA olarak 1 TM'nin %90'ında 3 set 3 tekrar sırttan skuat uygulanmıştır. Gelecekteki çalışmalar ASP performansının ölçüleceği egzersize biyomekanik benzerlik gösteren veya araştırma grubunun antrenman düzeyine, kuvvet egzersizi geçmişine veya branşa özgü hareket kalıplarına uygun ÖA seçilebilir.

4. Bu çalışmada 505 testi ve T-testi olmak üzere iki ayrı yön değiştirme performansı testi kullanılmıştır. Gelecekte bu testler farklılaştırılabilir veya bilişsel ve algısal becerilerin de kullanıldığı çeviklik testleri kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning: Human kinetics; 2008.
2. Zatsiorsky V, Kraemer W. Science and practice of strength training. Human Kinetics. Science and practice of strength training. 2006.
3. Robbins DW. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):453-8.
4. Lesinski M, Muehlbauer T, Busch D, Granacher U. [Acute effects of postactivation potentiation on strength and speed performance in athletes]. *Sportverletz Sportschaden.* 2013;27(3):147-55.
5. Marshall J, Turner AN, Jarvis PT, Maloney SJ, Cree JA, Bishop CJ. Postactivation Potentiation and Change of Direction Speed in Elite Academy Rugby Players. *J Strength Cond Res.* 2019;33(6):1551-6.
6. Docherty D, Hodgson MJ. The application of postactivation potentiation to elite sport. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(4):439-44.
7. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res.* 2000;33(5):499-508.
8. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):854-9.
9. Esformes JI, Cameron N, Bampouras TM. Postactivation potentiation following different modes of exercise. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1911-6.
10. Lockie RG, Lazar A, Davis DL, Moreno MR. Effects of Postactivation Potentiation on Linear and Change-of-Direction Speed. *Strength and Conditioning Journal.* 2018;40(1):75-91.
11. Iacono D, Padulo J, Seitz LD. Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2017;36(11), 1269-1276.
12. Lim JJ, Kong PW. Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2013;27(10):2730-6.
13. Seitz LB, Haff GG. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016;46(2):231-40.
14. Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Med.* 2008;38(12):1045-63.
15. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.* 2005;35(12):1025-44.
16. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *J Sports Sci Med.* 2007;6(1):63-70.

17. Lockie RG, Murphy AJ, Spinks CD. Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):760-7.
18. Karcher C, Buchheit M. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Med.* 2014;44(6):797-814.
19. Póvoas SC, Seabra AF, Ascensão AA, Magalhães J, Soares JM, Rebelo AN. Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2012;26(12):3365-75.
20. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci.* 1995;13(5):387-97.
21. Zois J, Bishop DJ, Ball K, Aughey RJ. High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. *J Sci Med Sport.* 2011;14(6):522-8.
22. Blazevich AJ, Babault N. Post-activation Potentiation (PAP) versus Post-activation Performance Enhancement (PAPE) in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in physiology.* 2019;10:1359.
23. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30(3):138-43.
24. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med.* 2009;39(2):147-66.
25. Ebben WP. Complex training: a brief review. *J Sports Sci Med.* 2002;1(2):42-6.
26. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Med.* 2005;35(7):585-95.
27. Ebben WP, Watts PB. A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *Strength and Conditioning Journal.* 1998;20(5):18-27.
28. Ebben WP, Jensen RL, Blackard DO. Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *J Strength Cond Res.* 2000;14(4):451-6.
29. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, Yang GZ. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3319-25.
30. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):671-7.
31. Seitz LB, de Villarreal ES, Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J Strength Cond Res.* 2014;28(3):706-15.
32. Sygulla KS, Fountaine CJ. Acute Post-Activation Potentiation Effects in NCAA Division II Female Athletes. *Int J Exerc Sci.* 2014;7(3):212-9.
33. Suchomel TJ, Sato K, DeWeese BH, Ebben WP, Stone MH. Potentiation Following Ballistic and Nonballistic Complexes: The Effect of Strength Level. *J Strength Cond Res.* 2016;30(7):1825-33.
34. Rahimi R. The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport.* 2007;5(2):163-9.
35. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J Strength Cond Res.* 2015;29(2):343-50.

36. Kilduff LP, Bevan HR, Kingsley MI, Owen NJ, Bennett MA, Bunce PJ, et al. Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1134-8.
37. Nibali ML, Chapman DW, Robergs RA, Drinkwater EJ. Considerations for determining the time course of post-activation potentiation. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(11):1163-70.
38. DeRenne C. Effects of Postactivation Potentiation Warm-up in Male and Female Sport Performances: A Brief Review. *Strength & Conditioning Journal.* 2010;32(6):58-64.
39. Evetovich TK, Conley DS, McCawley PF. Postactivation potentiation enhances upper- and lower-body athletic performance in collegiate male and female athletes. *J Strength Cond Res.* 2015;29(2):336-42.
40. Witmer CA, Davis SE, Moir GL. The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *J Sports Sci Med.* 2010;9(2):206-13.
41. Yetter M, Moir GL. The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. *J Strength Cond Res.* 2008;22(1):159-65.
42. Nuzzo JL, Barry BK, Gandevia SC, Taylor JL. Acute Strength Training Increases Responses to Stimulation of Corticospinal Axons. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(1):139-50.
43. Wallace BJ, Shapiro R, Wallace KL, Abel MG, Symons TB. Muscular and Neural Contributions to Postactivation Potentiation. *J Strength Cond Res.* 2019;33(3):615-25.
44. Mahlfeld K, Franke J, Awiszus F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle Nerve.* 2004;29(4):597-600.
45. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci.* 2006;24(9):919-32.
46. Young W, Farrow D. A review of agility: Practical applications for strength and conditioning. *Strength & Conditioning Journal.* 2006;28(5):24-9.
47. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine.* 2016;46(10):1419-49.
48. Spiteri T, Cochrane JL, Hart NH, Haff GG, Nimphius S. Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science.* 2013;13(6):646-52.
49. Barnes JL, Schilling BK, Falvo MJ, Weiss LW, Creasy AK, Fry AC. Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1192-6.
50. Negrete R, Brophy J. The Relationship between Isokinetic Open and Closed Chain Lower Extremity Strength and Functional Performance. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2000;9(1):46-61.
51. Nimphius S, Callaghan S, Bezodis N, Lockie R. Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength & Conditioning Journal.* 2017;40:1.
52. Chatzopoulos DE, Michailidis CJ, Giannakos AK, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB, et al. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1278-81.
53. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ, Kilduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):701-5.

54. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ, Kilduff LP. Influence of Postactivation Potentiation on Sprinting Performance in Professional Rugby Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(3):701-5.
55. Sole CJ, Moir GL, Davis SE, Witmer CA. Mechanical analysis of the acute effects of a heavy resistance exercise warm-up on agility performance in court-sport athletes. *J Hum Kinet*. 2013;39(1):147-56.
56. Okuno NM, Tricoli V, Silva SB, Bertuzzi R, Moreira A, Kiss MA. Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):662-8.
57. Maloney SJ, Turner AN, Miller S. Acute effects of a loaded warm-up protocol on change of direction speed in professional badminton players. *J Appl Biomech*. 2014;30(5):637-42.
58. Gordon CC, Thomas & Clauser, Charles & Bradtmiller, Bruce & McConville, John & Tebbetts, Ilse & Walker, Robert. 1988 anthropometric survey of US Army personnel: Methods and summary statistics. Interim Report for 1988. 1989.
59. Yang YJ, Kim MK, Hwang SH, Ahn Y, Shim JE, Kim DH. Relative validities of 3-day food records and the food frequency questionnaire. *Nutr Res Pract*. 2010;4(2):142-8.
60. Haff G. *Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association*. 2015; 750 p.
61. Draper J, Lancaster M. The 505 test: A test for agility in the horizontal plane performance. *Exerc Sport Sci Rev*. 1985;31:8-12.
62. Semenick D. Tests and measurements: The T-test. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 1990;12(1):36-7.
63. Winter EM, Eston RG, Lamb KL. Statistical analyses in the physiology of exercise and kinanthropometry. *J Sports Sci*. 2001;19(10):761-75.
64. Healy R, Comyns TM. The application of postactivation potentiation methods to improve sprint speed. *Strength & Conditioning Journal*. 2017;39(1):1-9.
65. Bernards JR, Sato K, Haff GG, Bazylar CD. Current Research and Statistical Practices in Sport Science and a Need for Change. *Sports (Basel)*. 2017;5(4):87.
66. Beckerman H, Roebroek M, Lankhorst G, Becher J, Bezemer PD, Verbeek A. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Quality of Life Research*. 2001;10(7):571-8.
67. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*. 2000;30(1):1-15.
68. Nimphius S, Callaghan SJ, Spiteri T, Lockie RG. Change of direction deficit: A more isolated measure of change of direction performance than total 505 time. *Strength & Conditioning Journal*. 2016;30(11):3024-32.
69. Nimphius S, Geib G, Spiteri T, Carlisle D. "Change of direction" deficit measurement in Division I American football players. *J Aust Strength Cond*. 2013;21(S2):115-7.
70. Nimphius S, Callaghan SJ, Bezodis NE, Lockie RG. Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*. 2018;40(1):26-38.

71. Fukutani A, Takei S, Hirata K, Miyamoto N, Kanehisa H, Kawakami Y. Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(8):2236-43.
72. Low D, Harsley P, Shaw M, Peart D. The effect of heavy resistance exercise on repeated sprint performance in youth athletes. *J Sports Sci.* 2015;33(10):1028-34.
73. Bauer P, Uebellacker F, Mitter B, Aigner AJ, Hasenoehrl T, Ristl R, et al. Combining higher-load and lower-load resistance training exercises: A systematic review and meta-analysis of findings from complex training studies. *J Sci Med Sport.* 2019;22(7):838-51.